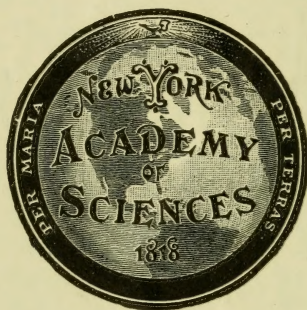




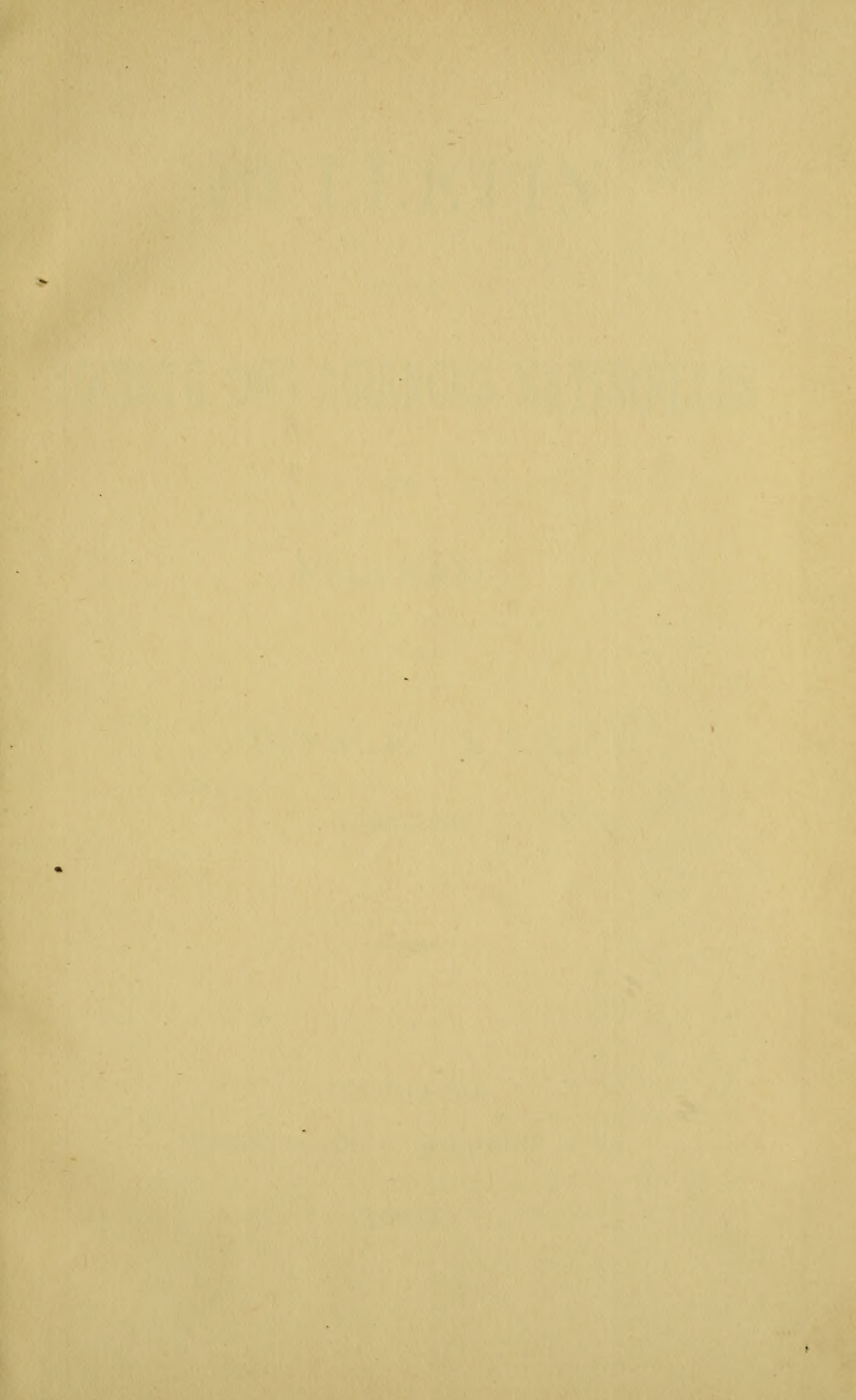
5.06 (49.4)
N1

QH3
.B8565
*



Library





506 (49.4)
261

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE

NEUCHÂTEL

— 216 —

TOME XIX - 20

1890-1891

1891-1892

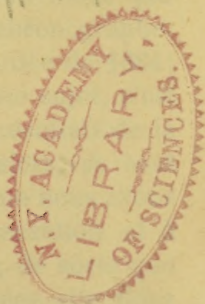
— • • —

NEUCHÂTEL

IMPRIMERIE DE H. WOLFRATH & C^{ie}

—

1891



LA PENDULE ÉLECTRIQUE DE PRÉCISION

DE M. HIPP

PAR M. A. HIRSCH, PROFESSEUR

(Communication faite à la Société des sciences naturelles le 28 mai 1891)

Il y a sept ans, j'ai rendu compte de la remarquable pendule dont le génie inventif de M. Hipp a enrichi le matériel instrumental des observatoires; j'en ai donné la description et j'ai relevé les mérites essentiels de sa construction originale, qui consistent principalement dans la suppression de l'emploi de l'huile, dans la facilité avec laquelle on la maintient sous une pression constante, enfin dans les nombreux avantages pratiques qu'elle offre aux astronomes en faisant marcher simultanément plusieurs compteurs installés dans les différentes salles d'observation, et en outre par l'enregistrement de ses secondes sur le chronographe.

Je renvoie sur tous ces points à la notice de 1884; et si je reviens aujourd'hui sur le même sujet, c'est essentiellement pour montrer que les résultats de la pendule Hipp, déjà si remarquables alors, se sont encore beaucoup perfectionnés depuis que nous avons réussi à régler parfaitement la compensation et à améliorer quelques autres petits détails, de sorte que pendant les deux à trois dernières années elle nous a donné la plus entière satisfaction.

Il serait peu utile d'entrer dans les détails de la marche pendant les années 1884 à 1888, qui embras-

sent encore un certain nombre d'essais et la correction du réglage; ce n'est qu'à partir de juillet 1888, où le dernier réglage de la compensation a eu lieu, qu'il est intéressant d'étudier de plus près la marche de la pendule et d'essayer de se rendre compte, autant que cela est possible, des causes auxquelles on peut attribuer les très faibles variations de marche qui subsistent encore.

Pour toute la période des sept ans, je me bornerai à communiquer dans un tableau allant d'avril 1884 au mois de mai 1891 les moyennes mensuelles de la variation diurne de la marche, en y ajoutant le nombre des déterminations de l'heure correspondant à chaque mois (voir le tableau I).

Il ressort de ce tableau que la variation diurne qui, lors de ma première communication, était de $\pm 0^s,06$, est descendue peu à peu jusqu'à $\pm 0^s,02$ environ; pour la période des sept ans, sa valeur moyenne est de $\pm 0^s,032$, et pour les trois dernières années, à partir du réglage définitif de la compensation, elle n'est plus guère que de $\pm 0^s,023$.

Pour ne rien exagérer en relevant cette remarquable régularité, il faut dire que les moyennes des variations diurnes que nous venons d'indiquer ont profité d'une espèce de compensation que, dans l'intérêt du service chronométrique, nous exécutons à l'observatoire pour les jours d'intervalle compris entre deux déterminations directes de l'heure, en interpolant pour ces jours la marche de nos pendules.

Toutefois, vu la grande fréquence des déterminations de l'heure, cette influence ne saurait être considérable, car puisque le nombre annuel des déterminations de l'heure, au moyen des étoiles et du

Soleil, a été pendant les dernières années de 245, ce qui représente en moyenne deux déterminations sur trois jours, il faut augmenter la variation indiquée plus haut dans le rapport de $\sqrt[3]{\frac{3}{2}} : 1$, c'est-à-dire la multiplier par 1,2, ce qui donnerait pour la moyenne de la variation diurne $\pm 0^s,028$.

Bien que cette variation, d'un jour à l'autre, de la marche diurne d'une pendule ou d'un chronomètre caractérise le mieux leur valeur pratique pour l'astronome et le navigateur, il est intéressant de déduire la variation moyenne de la marche diurne aussi par des intervalles plus longs, soit de cinq, soit de sept jours, en évitant toute compensation; nous avons choisi le résumé de la marche par semaine pour abréger convenablement le tableau des marches, que je tiens à publier du moins pour les deux dernières années (voir tableau II), et pour faciliter les calculs qui devaient servir à déterminer les principaux coefficients de la marche.

Donc si l'on calcule les différences des marches diurnes moyennes de sept en sept jours, on trouve pour la variation moyenne pendant la période de juin 1888 à avril 1891 : $\pm 0^s,036$.

En prenant la moyenne de ces deux valeurs, on trouve $\pm 0^s,032$ ou, en nombre rond, $\pm 0^s,03$ pour la variation moyenne de la pendule Hipp, tandis qu'il y a sept ans nous avons trouvé $\pm 0^s,06$, que j'espérais alors voir descendre à $\pm 0^s,05$; notre espoir a été ainsi dépassé sensiblement.

Or, ce chiffre de $0^s,03$ représente une régularité étonnante de marche. Si, comme je l'ai fait remarquer déjà dans la première notice, on considère que cette variation renferme nécessairement l'incertitude

des trois déterminations de l'heure dont elle est déduite, provenant des erreurs des corrections instrumentales et de la variabilité du temps physiologique de l'observateur, il reste pour la partie qui est due aux changements réels de la marche de la pendule, une fraction minime. En effet, si l'on évalue d'après l'accord des étoiles observées à $\pm 0^s,012$ l'erreur probable d'une détermination de l'heure, cela donne déjà pour l'incertitude d'une marche $\pm 0^s,017$, et pour celle d'une variation $\pm 0^s,024$; et comme on peut évaluer, même pour l'observateur le plus exercé, au moins à $\pm 0^s,015$ la variation de son équation personnelle, on trouve qu'il reste pour la part provenant de la pendule elle-même à peu près aussi $\pm 0^s,015$.

Réciproquement, il est évident qu'il n'a été possible de constater cette faible variation de la pendule Hipp que grâce à la précision et à la fréquence avec laquelle nous parvenons à déterminer l'heure.

Du reste, il est certain que cette régularité maintenant presque parfaite de la marche de notre pendule est due en premier lieu à l'amélioration considérable que nous avons apportée au réglage de la compensation.

Dans le premier essai que nous avons tenté dans ce but, en février 1884, nous avons échoué par suite de données erronées que nous avons reçues sur la quantité de mercure dont le cylindre du pendule avait été rempli dès l'origine et sur le poids relatif du pendule et du cylindre. En effet, après avoir augmenté cette quantité, le 25 février 1885, de 53^{gr}, l'erreur de compensation est restée encore très sensible, car nous avons trouvé, par les marches estivales et hivernales, pour la variation par degré de température :

Eté 1885 — Hiver 1885-86	+ 0 ^s ,062
Hiver 1885-86 — Eté 1886	+ 0 ^s ,058
Eté 1886 — Hiver 1886-87	+ 0 ^s ,062
Hiver 1886-87 — Eté 1887	+ 0 ^s ,060
Eté 1887 — Hiver 1887-88	+ 0 ^s ,061
Moyenne	+ 0 ^s ,061

dont la compensation était trop faible.

Cette première expérience nous a permis de calculer exactement la quantité de mercure qu'il fallait ajouter pour faire disparaître le retard de 0^s,06 par degré; et comme les 570^{gr} de mercure qu'il s'agissait d'y verser représentaient une hauteur de 19^{mm},6, M. Hipp a remplacé le cylindre par un autre un peu plus haut. Au moyen de cette opération, qui a été exécutée le 7 juin 1888, le réglage a été obtenu de très près, ainsi qu'on le verra par les déterminations suivantes du premier coefficient de la compensation, qui reposent sur des combinaisons de marches à des températures que nous avons choisies aussi différentes que possible, sans étendre cependant trop les intervalles, afin d'éviter d'y comprendre une modification du coefficient d'accélération :

	Var. par 1°	Diff. de temp.
1888, oct. 15 — 1889, janv. 14	— 0 ^s ,003	7°,87
1889, janvier 14 — avril 22	— 0 ^s ,004 ₆	7°,23
1889, avril 22 — juillet 15	— 0 ^s ,003 ₇	10°,13
1889, juillet 15 — octobre 14	— 0 ^s ,004 ₄	9°,47
1889, oct. 3 — 1890, févr. 16	— 0 ^s ,014	9°,65
1890, février 16 — août 3	— 0 ^s ,004	16°,5
1890, août 3 — décembre 7	— 0 ^s ,001	15°,1
Moyenne arithmétique	— 0 ^s ,004 ₉	

Si l'on voulait donner des poids différents à ces valeurs, suivant les différences de température dont elles ont été déduites, on trouverait presque la même valeur, savoir — $0^s,0048$.

Comme il fallait, pour exécuter cette opération, ouvrir la cloche et démonter la pendule, on a profité de cette occasion pour examiner l'échappement, qui avait travaillé dans sa dernière forme pendant plus de quatre ans et, bien entendu, sans huile. En regardant sous le microscope la palette en platine iridié que j'ai décrite dans la première notice, nous avons trouvé son tranchant très légèrement usé. M. Hipp s'est donc décidé à remplacer l'ancienne palette par une nouvelle dont l'alliage contient 40 % d'iridium, au lieu de 30 %, pour augmenter encore la dureté de l'alliage; en même temps il a arrondi tant soit peu le fond de la contre-palette. De cette manière on peut espérer avoir évité même la légère usure de l'échappement qu'on avait remarquée, et arriver ainsi à une grande constance de la marche pendant de longues périodes.

En effet, tandis que dans les premières années notre pendule avait une tendance très marquée à accélérer sa marche avec le temps, cette tendance s'est très sensiblement ralentie dans les dernières années, et sauf un accident dont je vais parler tout à l'heure, la pendule a conservé depuis l'automne de 1889 une marche remarquablement constante. On s'en convainc en déterminant pour des époques aussi longues que possible, comprises entre des températures à peu près identiques de printemps et d'automne, le coefficient du terme de la marche, proportionnel au temps.

En procédant ainsi, on a trouvé pour cette accélération par jour des valeurs assez différentes, qu'on peut grouper dans les quatre périodes suivantes :

1888-89	durée 174 j.	— 0 ^s ,0028
1889	147 j.	— 0 ^s ,0058
1889-90	328 j.	— 0 ^s ,0004
1890-91	230 j.	— 0 ^s ,0014

On voit qu'il serait peu rationnel de vouloir les réunir dans une seule moyenne (qui serait — 0^s,0026). Il est probable que ce coefficient dépend dans une certaine mesure de la durée d'impulsion, en d'autres mots, de l'intensité du courant; or, j'ai varié cette durée dans des limites assez étendues, savoir entre 90^s et 54^s, afin de faire des expériences sur le maximum du temps pendant lequel on peut conserver les mêmes piles sans les épuiser complètement.

Quoi qu'il en soit, on voit qu'en général le coefficient a plutôt une tendance à diminuer, autrement dit que la marche de notre pendule devient de plus en plus constante, ce qui ressort du reste aussi de l'inspection de la courbe qui représente graphiquement cette marche.

Cette courbe montre cependant une seule brisure, et le tableau des marches (voir tableau II) présente une discontinuité tout à fait anormale et inexplicable. Le 4 février, la marche de la pendule a changé d'un jour à l'autre de 0^s,43, sans que ni la température, ni la pression manométrique, ni l'intensité du courant se soient modifiées d'une manière tant soit peu sensible. Vu cette constance de tous les éléments qui peuvent influencer la marche, il me semble qu'il faut cher-

cher l'explication de ce saut brusque dans un mouvement du sol, dans un de ces faibles tremblements de terre localisés qui ne s'accusent que par des instruments aussi délicats que les seismomètres, les bains de mercure ou les pendules de précision. Ce qui paraît appuyer cette hypothèse, c'est que deux autres de nos horloges astronomiques, la pendule sidérale de *Winnerl* et la pendule moyenne de *Kutter*, dont les plans d'oscillation ne font qu'un faible angle avec celui de la pendule Hipp, ont montré le même jour des écarts presque aussi considérables de 0^s,41 et de 0^s,34; tandis que les deux autres, qui oscillent dans une direction presque perpendiculaire à la première, n'en ont presque pas montré de traces. Il est vrai que les deux autres pendules troublées, qui sont à poids et munies d'échappements à ancre, ont repris ensuite, après quelques jours, peu à peu leur ancienne marche, tandis que la pendule Hipp a maintenu, après la perturbation, sa nouvelle marche avec la même régularité qu'auparavant. Il se pourrait que, pour les pendules à ancre, l'impulsion donnée par la secousse au balancier en eût simplement modifié l'amplitude qui peu à peu serait revenue à sa valeur normale, tandis que pour l'horloge Hipp cette amplitude ne pouvant pas dépasser une certaine limite, la secousse aurait légèrement faussé le ressort de suspension et modifié un peu son coefficient d'élasticité d'une manière plus ou moins durable.

Quoi qu'il en soit, il va sans dire que cet accident ne saurait être imputé à la belle pendule de M. Hipp, aussi peu que l'autre, arrivé le 12 septembre 1887, où la pendule s'est arrêtée. Ce jour-là, une société visitait l'observatoire et un des visiteurs a par mé-

garde déplacé l'interrupteur de la pile du pendule, de façon à mettre celle-ci hors d'action. De pareils accidents de force majeure ne sauraient diminuer en rien la valeur de notre horloge électrique.

Du reste la pendule, pendant toute cette série de sept ans, ne s'est arrêtée sans cause extérieure qu'une seule fois, le 7 août 1888; c'était quelque temps après le réglage de la compensation et la modification de l'échappement dont il a été question. Il paraît qu'en la remontant, l'ouvrier horloger n'avait pas mis l'échappement complètement d'aplomb, de sorte que la palette appuyait un peu excentriquement sur la contre-palette et compromettait ainsi le jeu de l'échappement. Il a suffi de corriger très légèrement les vis de réglage de la plaque de suspension pour remédier à ce défaut. Depuis lors, aucun accident de ce genre ne s'est plus produit.

Je reviens encore à la détermination des constantes de la marche. Bien que la détermination de la compensation et de l'accélération annuelle par les procédés que j'ai indiqués nous ait donné des résultats très satisfaisants et qu'une seconde approximation ne promettait point un résultat utile, vu la petitesse des variations dont il fallait déduire les coefficients de la marche, variations qui, d'après ce que nous avons dit, sont presque à la limite de leur incertitude; malgré ces considérations, j'ai cependant tenu à rechercher du moins si le coefficient du second terme de la compensation était appréciable. M. le Dr Hilfiker a donc essayé de représenter la marche de la pendule, pendant les dernières années, après l'avoir répartie en quatre sections réduites à la même époque, par

une formule à deux termes, dans laquelle figure le carré de la température.

La résolution des nombreuses équations qu'il a formées ainsi a donné un résultat négatif, dans ce sens que la valeur probable du coefficient de t^2 a été trouvée égale à zéro, ce qui veut dire que la compensation du pendule est sensiblement proportionnelle à la température. Naturellement le coefficient de t a été trouvé à très peu près le même que par la première approximation, savoir — 0^s,0045, au lieu de — 0^s,0048. Enfin, cette formule à deux termes ne représente pas mieux la marche de l'horloge; tout au contraire, les écarts entre les valeurs calculées et observées sont plus grands qu'avec la première méthode.

Je termine en constatant que toutes les autres qualités de cet instrument, que j'ai signalées déjà en 1884, se sont maintenues et accentuées. Ainsi la pile des compteurs peut durer, sans compromettre la régularité du fonctionnement, pendant six mois, et celle du pendule même pendant une année entière; toutefois, dans la règle nous changeons celle des aiguilles tous les trois mois, et celle du pendule tous les six mois.

Ensuite, l'étanchéité de la cloche peut être envisagée comme parfaite, puisque la pression manométrique de 45^{mm} environ ne varie, pendant les six dernières années, que de 4^{mm} par an; comme les valeurs extrêmes des lectures manométriques coïncident avec les températures maxima et minima, il est évident que cette faible variation est due à la dilatation de l'air et de la vapeur d'eau qui sont restés sous la cloche. Et puisque 1^{mm} de pression fait varier

la marche de la pendule de $0^s,012$, on voit que cette influence, complètement insensible pour la variation diurne, se réduit pour toute l'année à $-0^s,05$.

A ce propos, j'ajoute qu'avec le coefficient de compensation indiqué, la variation diurne moyenne de la température du local étant de 1° environ, produit une variation diurne de $0^s,005$, et la variation annuelle moyenne de la température du local étant de 18° environ, produit une variation annuelle de $0^s,088$ sur la marche de l'horloge; enfin que d'après les deux dernières années l'accélération annuelle de la marche diurne se trouve à peu près réduite à $0^s,33$.

En résumé, il résulte de cette étude que la précision de la pendule électrique de M. Hipp s'approche de la perfection dans une mesure qui n'avait pas été obtenue auparavant, car elle est arrivée à un degré de régularité de marche qui atteint presque les limites de précision instrumentale et physiologique avec laquelle on peut déterminer l'heure dans les meilleures conditions.

Tableau II

MARCHE DE LA PENDULE HIPP PAR SEMAINE

Date	Marche diurne	Tem- perat.	Mano- mètre	Durée d'im- pulsion	Remarques
	s	o	mm		
1889 Mai . . . 3-10	-2,85	13,7	34,9	70-72	
10-17	-2,86	14,3	35,1	70-72	
17-24	-2,88	14,9	35,5	70-72	
24-31	-2,89	17,0	36,6	70-72	
31- 7	-2,90	18,8	37,4	70	
Juin . . . 7-14	-2,92	18,8	37,5	70	
14-21	-3,03	18,0	37,6	68-70	
21-28	-3,05	18,2	37,5	68-70	
28- 5	-3,11	18,2	37,6	68-70	
Juillet . . 5-12	-3,09	19,9	38,0	68-70	
12-19	-3,21	20,5	39,0	68-70	
19-26	-3,22	18,8	38,9	66-68	
26- 2	-3,33	18,1	38,6	66-68	
Août . . . 2- 9	-3,27	20,0	38,4	66-84	Le 5 août on a changé les piles du pendule et des compteurs.
9-16	-3,25	18,7	38,3	82-84	
16-23	-3,31	18,9	38,3	82-84	
23-30	-3,42	16,9	38,3	80-82	
30- 6	-3,39	19,5	38,3	80-84	
Septemb. 6-13	-3,47	18,2	38,2	80-82	
13-20	-3,49	17,5	38,2	80-82	
20-27	-3,51	14,4	38,1	78-80	
27- 4	-3,48	13,1	38,0	78-80	
Octobre . 4-11	-3,49	12,1	38,0	78	
11-18	-3,49	11,4	38,0	78	
18-25	-3,51	10,8	38,0	78	
25- 1	-3,44	11,1	37,1	78	
Novemb. 1- 8	-3,48	11,4	37,0	78	
8-15	-3,49	11,0	36,4	76-80	
15-22	-3,50	9,3	36,1	78	
22-29	-3,47	7,6	35,7	76-80	
29- 6	-3,49	6,7	35,3	74-76	
Décemb. 6-13	-3,52	4,0	35,0	74-76	
13-20	-3,51	3,6	35,0	72-74	
20-26	-3,45	3,6	34,7	70-78	
26- 2	-3,35	3,9	34,6	76-78	Le 21 décembre on change les piles du pend. et des comp- teurs.
1890 Janvier . 2- 9	-3,28	3,2	34,7	76-78	
9-16	-3,30	3,9	34,5	74-78	Le 21-22 janvier un des compteurs est nettoyé et l'huile changée.
16-23	-3,35	4,5	34,6	74-76	
23-30	-3,36	5,6	34,6	72-74	
30- 6	-3,34	5,0	34,6	72	
Février . 6-13	-3,42	3,4	34,6	68-70	
13-20	-3,45	3,1	34,4	66-68	
20-27	-3,43	3,7	34,4	66-68	
27- 6	-3,45	4,0	34,3	66-68	
Mars. . . 6-13	-3,41	4,1	34,2	66-68	
13-20	-3,38	6,7	34,3	64-66	
20-27	-3,40	7,8	34,3	64-66	
27- 3	-3,43	11,3	34,7	64-66	
Avril . . . 3-10	-3,46	11,2	35,1	66-68	
10-17	-3,48	10,5	35,3	66-68	
17-24	-3,57	10,9	35,4	66	
24- 1	-3,54	10,9	35,4	66	

Suite du Tableau II

Date	Marche diurne	Tem- pérat.	Mano- mètre	Durée d'im- pulsion	Remarques
	s	o	mm		
1890 Mai . . . 1- 8	—3,59	11,9	35,3	66	Le 6 mai on change la pile des comp- teurs.
8-15	—3,51	13,2	35,7	64-66	
15-22	—3,49	15,5	35,8	64-66	
22-29	—3,46	16,7	36,3	64-66	
29- 5	—3,55	15,6	36,2	64-66	
Juin . . . 5-12	—3,56	16,6	36,2	64-66	
12-19	—3,59	15,5	36,3	64	
19-26	—3,59	17,3	36,3	62-66	
26- 3	—3,56	18,1	36,9	64	
Juillet . . 3-10	—3,51	16,6	36,8	64	
10-17	—3,51	17,3	37,0	64-66	
17-24	—3,51	18,0	37,8	62-64	
24-31	—3,55	19,3	37,5	62-64	
31- 7	—3,53	20,7	37,6	62-64	
Août . . . 7-14	—3,59	20,1	37,9	62-66	
14-21	—3,55	20,0	37,9	62-64	Le 6 août on change la pile des comp- teurs.
21-28	—3,58	19,0	37,8	62-64	
28- 4	—3,60	15,9	37,7	62-64	
Septemb. 4-11	—3,66	15,0	37,1	62-64	Le 3 septembre on a intercalé une nou- velle boussole sur la ligne des compt.
11-18	—3,63	16,0	36,8	62-64	
18-25	—3,71	15,5	37,1	62-64	
25- 2	—3,69	15,7	37,2	62	
Octobre . 2- 9	—3,70	15,1	37,7	62-64	
9-16	—3,77	13,8	36,7	62-64	
16-23	—3,78	11,9	36,5	64-66	
23-30	—3,78	9,9	36,3	62-64	
30- 6	—3,80	8,0	35,8	62-64	
Novemb. 6-13	—3,80	8,2	35,4	58-62	
13-20	—3,77	8,1	35,3	62	
20-27	—3,74	8,7	35,2	60-64	
27- 4	—3,77	5,8	34,8	58-62	
Décemb. 4-11	—3,75	4,5	34,3	60-62	
11-18	—3,77	6,2	34,3	60-62	
18-25	—3,78	5,5	34,3	60-62	
25- 1	—3,80	6,6	34,3	60-62	
1891 Janvier . 1- 8	—3,79	6,0	34,2	60-62	
8-15	—3,76	6,0	34,2	60-62	
15-22	—3,80	4,9	34,2	60-62	
22-29	—3,69	5,0	34,1	60-62	
29- 4	—3,70	4,8	34,0	60-62	
1891 Février . 5-12	—3,26	4,8	34,0	60-62	Du 4 au 5 févr. per- turbation à plu- sieurs horloges de l'Observatoire, due probablement à un mouvement du sol.
12-19	—3,23	4,0	34,0	58-62	
19-26	—3,25	4,2	34,0	56-58	
26- 5	—3,24	5,6	34,0	56-58	
Mars. . . 5-12	—3,21	6,9	34,0	54-56	
12-19	—3,25	7,8	34,3	54-56	
19-26	—3,25	7,2	34,4	54-56	
26- 2	—3,20	6,1	34,5	54-56	
Avril . . 3-10	—3,17	6,4	34,5	54	
10-17	—3,17	7,5	34,4	52-56	
17-24	—3,26	8,9	34,4	52-70	Le 21 on change les piles du pendule et des compteurs.
24- 1	—3,34	10,2	34,4	68-72	
Mai . . . 1- 8	—3,29	13,1	34,5	68-70	
8-15	—3,24	14,2	35,2	68-70	

SUR L'ÉPOQUE QUATERNAIRE

PAR M. G. RITTER, INGÉNIEUR

(Communication faite dans la séance du 14 mai 1891)

La plupart des membres de notre Société des sciences naturelles me trouveront sans doute bien hardi d'oser, après tant de savants illustres ou de chercheurs infatigables, depuis Playfair, Venetz, de Charpentier, Rendu, Studer, Agassiz et Guyot, initiateurs du système de l'extension des glaciers à l'époque quaternaire, jusqu'aux savants continuateurs de l'œuvre, Desor, Martens, Dollfus, Lyell, Tyndall, Heer, de Saporta, Chantre, Falsan, de Lapparent et tant d'autres, venir les entretenir d'un sujet déjà si travaillé et certainement le plus intéressant de beaucoup du vaste domaine de la géologie et de la climatologie.

Je me plais toutefois à espérer qu'après l'énoncé de ma thèse, et la curiosité aidant, ils voudront bien entendre ma démonstration avec quelque indulgence.

Voici cette thèse. Elle se divise en trois points :

- 1^o Les précipitations aqueuses, ainsi que les courants d'eau et les glaciers de l'époque quaternaire, sont le résultat normal dû au refroidissement de la Terre, ensuite de la diminution à sa surface des effets de la chaleur centrale, et nullement le

résultat d'un refroidissement exceptionnel ou d'une autre cause passagère ou accidentelle quelconque;

- 2^o La phase glaciaire a été une et non divisée en périodes distinctes et séparées: elle a été seulement variable en intensité;
- 3^o Le phénomène glaciaire proprement dit n'est point périodique: il a eu lieu et ne se reproduira plus sur notre Terre.

J'aurais dû, depuis une dizaine d'années que je suis arrivé à ces conclusions, les énoncer en les appuyant de mes démonstrations; mais le désir de mieux compléter celles-ci et de présenter cette action finale de la chaleur centrale décroissante comme la terminaison des actions joviennes dont j'ai pris la liberté d'entretenir notre Société l'année dernière, m'ont toujours fait renvoyer cette communication.

L'inconvénient de ces renvois, lorsqu'on ne peut, vu les nécessités de la vie, se vouer exclusivement aux études que l'on aime, c'est de voir apparaître par bribes et parties, dans d'autres publications, ce que l'on avait, avec force recherches et réflexions, enfanté et découvert soi-même.

Ainsi en est-il avec l'ouvrage de M. Falsan sur les glaciers, et la récente publication de notre aimable collègue, M. Hermite, qui renferment, le premier du moins, un grand nombre d'appréciations et de faits sur lesquels j'espérais attirer le premier l'attention.

Toutefois, ce qui va suivre vous démontrera que divers analystes, d'accord sur un point, le basent souvent sur des appréciations fort variables et sur des faits vus sous des jours absolument différents. Au

surplus, il me reste un contingent assez important d'idées nouvelles et de faits, laissant un désaccord assez complet sur toute la théorie glaciaire entre MM. les chercheurs qui ont fouillé les mêmes sillons et moi, pour me justifier de la prétention de vouloir apporter ma petite pierre à l'édifice de cette théorie.

Cela dit, j'entre en matière.

D'abord, il est une base que certains savants contestent absolument, que d'autres veulent hâtivement déjà rendre impuissante et sans action à l'époque quaternaire et même tertiaire : c'est la chaleur centrale, fondement, selon moi, du système glaciaire qui, je le crois, doit être le véritable entre tous les systèmes imaginés pour expliquer les phases de cette époque. C'est cette base qui serait ou imaginaire, ou impuissante !

Chaleur centrale.

La chaleur centrale, résultant du travail mécanique de concentration des matières cosmiques ayant formé tous les astres de notre système planétaire, serait donc un mythe ?

La chaleur que l'on observe dans les couches terrestres, et à laquelle Arago attribuait une valeur croissante de *un degré* centigrade par 31 à 32 mètres de profondeur des couches perforées, aurait pour cause non plus le processus mécanique de l'enfantement de notre planète, mais :

1^o La chaleur développée par les réactions chimiques des matières internes constitutives de notre globe ; les volcans seraient les cheminées des immenses creusets souterrains où se travaillent et se

combinent les matières engendrant ainsi cette chaleur; voilà l'idée des uns.

2^o D'autres, avec M. Robert Mallet, croient à l'écrasement de diverses parties souterraines de l'écorce terrestre, ensuite des déformations et contractions de celle-ci; cet écrasement développerait une certaine chaleur et serait la cause de la chaleur souterraine observée.

3^o M. Hermite émet une autre opinion; dans son remarquable opuscule sur l'époque quaternaire, il dit textuellement, page 63 :

« La chaleur interne aurait pour origine, suivant nous, les mouvements du sol déterminés par l'enfoncement des bassins sous le poids des accumulations sédimentaires. »

Voilà donc les hypothèses de ceux qui contestent l'origine de la chaleur centrale du globe comme résultant de la concentration des matières cosmiques qui l'ont formé.

Quant aux autres, qui suppriment la chaleur interne comme facteur actif des âges tertiaire et quaternaire, et par suite comme cause encore agissante lors des précipitations aqueuses congelées de l'époque glaciaire, ceux-là sont légion. Depuis MM. Faye et de Lapparent à MM. Falsan et de Saporta, etc., tous remplacent purement et simplement la chaleur centrale disparue par le Soleil de 47 degrés de M. Blandet, Soleil primitif qui aurait à la fois uniformisé la température d'un pôle à l'autre sur notre Terre, depuis l'époque primaire jusqu'à l'époque tertiaire, et valu, lors de cette dernière, la production considé-

rable de vapeurs, aliment des précipitations de l'époque quaternaire.

Voilà certes des hypothèses qui font honneur à l'activité intelligente des chercheurs; malheureusement beaucoup d'entre eux croient, en se basant sur des faits souvent secondaires dans la question, faits auxquels ils attribuent une valeur de premier ordre, avoir trouvé l'argument péremptoire qui donne raison à leur système.

D'autre part, la question se complique d'autant plus que les faits cités sont en général authentiques, ou peuvent être admis comme tels, et que les démonstrations qui en résultent sont en partie admissibles; c'est la valeur seule qu'on leur attribue qui est mal mesurée et qui fait naître la confusion.

On conçoit qu'il importe avant toute chose d'étayer sur des bases solides et indiscutables le fait de l'existence de la chaleur centrale, et surtout d'examiner si les autres systèmes proposés pour la remplacer peuvent expliquer mieux et plus rationnellement ce que l'on observe aujourd'hui et ce qui s'est passé aux divers âges géologiques des temps anciens.

Tous les savants sont d'accord sur le fait que l'écorce terrestre accuse, avec son accroissement en profondeur, un accroissement de sa température généralement assez peu variable, ou s'il y a des variations accentuées, elles n'infirmement jamais l'accroissement et sont en tout cas exceptionnelles. Partout sur la Terre, dans n'importe quelle région, les excavations profondes, les foncements de puits, perforations de tunnels et travaux de ce genre, exécutés même, comme dans certaines mines, sous la mer, ont démontré, sans une seule exception, un accroissement

de température avec l'augmentation de profondeur des points auxquels se rapportent les observations.

Des sources thermales innombrables viennent sourdre partout et accusent des températures diverses; on en cite même de 80 degrés, comme à Chaudes-Aigues, en Auvergne, de 84 degrés comme au mont Olympe, et enfin même de 96 degrés pour des sources existant en Amérique.

Sous une autre forme, cette chaleur interne nous apparaît dans toutes les éruptions volcaniques actuelles et, mieux que cela, les terrains anciens de la croûte terrestre offrent partout, soit sous forme de trachytes et de basaltes, soit sous forme de filons divers, des masses épanchées qui présentent le caractère d'une fusion complète qu'ils ont subie et, pour certains, une division prismatique qui ne peut résulter que du refroidissement d'une masse liquide.

Tous les terrains primitifs présentent, ainsi que les substances d'un grand nombre de filons, une cristallisation enveloppée plus ou moins de gangue amorphe, qu'une action autre que celle de la chaleur ne saurait avoir formée.

Enfin la flore et la faune de tous les terrains des temps géologiques anciens, jusqu'au tertiaire, nous démontrent que la température sur le globe terrestre était élevée et la même partout, du pôle à l'équateur, que cette température fut d'autant plus élevée qu'il s'agit d'une époque plus ancienne, fait dont l'action solaire, ainsi que nous le verrons plus loin, fut absolument innocente comme action unique aux époques dont il est ici question.

En admettant que tout cela ne prouve pas encore le fait d'une action calorifique centrale de la nature

de celle qu'on lui attribue, il reste à examiner comment, avec les systèmes avancés, on arrive à mieux expliquer tous les faits constatés. Si ces explications sont impossibles ou de moindre valeur, alors il faudra pourtant accepter celle qui l'emporte sous ce rapport.

Procédons par ordre, et prenons l'hypothèse des réactions chimiques.

Pour produire les mêmes effets, il faut les mêmes causes, ou tout au moins des causes similaires.

Pour produire une même chaleur généralement progressive en profondeur partout dans la croûte terrestre, il faudrait, à une certaine profondeur, partout à la fois des réactions chimiques de même valeur, dégageant du calorique uniformément réparti et de même intensité, ou s'il y a variation d'intensité dans le développement de ce calorique, en raison de la concentration des opérations chimiques en divers points ou foyers, il faudrait alors une propagation et une transmission latérale si prompte et si complète de la chaleur produite dans les couches terrestres adjacentes aux foyers producteurs, que l'uniformité de chaleur pour une même profondeur pût en résulter.

Or, énoncer de semblables conditions c'est, on le comprend, démontrer leur impossibilité. On ne saurait invoquer une si puissante conductibilité pour son propre système, alors qu'on en conteste la valeur pour combattre les systèmes concurrents.

Des réactions chimiques, il y en a, il y en a toujours eu; nous, partisans de la chaleur centrale originelle, nous les faisons aussi intervenir, et grandement, mais elles sont aujourd'hui accidentelles, réparties au hasard comme les facteurs qui les pro-

duisent, et ne peuvent donc être la cause d'un phénomène général qui agit partout indistinctement comme la chaleur interne.

Comment donc se fait-il qu'au centre d'immenses plaines, à des centaines de kilomètres de tout foyer volcanique, comme au puits artésien de Paris ou au centre de la Russie, on constate la même température croissante qu'au mont Cenis, au Gothard, à l'Arlberg, ou aux Andes, et ce seraient des réactions chimiques qui produiraient ces effets identiques dans des pays et des terrains si différents, enfin à des altitudes si diverses ?

Cela n'est pas admissible, et je passe au second système, celui des écrasements de matériaux dus à la contraction de la masse interne et à l'effondrement de la croûte solide enveloppante.

La même objection se présente ici. Le profil des masses enveloppantes démontre que l'écrasement n'a pu avoir lieu que par place et irrégulièrement près des lignes de fracture; de là même irrégularité de production de chaleur, et même impossibilité de transmission latérale de la chaleur produite en ces points d'écrasement.

Donc l'irrégularité, une très grande irrégularité, serait la règle en fait de chaleur interne, si telle était la cause génératrice de cette chaleur, et bien des points de l'écorce terrestre ne devraient présenter aucune chaleur, comme dans les massifs granitiques montagneux, ou dans certains plateaux qui, au lieu de s'effondrer, se sont élevés par des actions orogéniques lentes; il ne s'est, à coup sûr, produit aucun écrasement de matière dans les premiers, pas plus que dans les strates plates des seconds. Or, dans les

massifs surélevés ou dans les couches des grands plateaux, c'est encore une chaleur d'environ un degré par 31 à 32 mètres de profondeur que l'on y constate, et non une absence de chaleur.

Reste enfin le système de notre honorable collègue, M. Hermite, sur lequel j'insisterai un peu plus, car il repose sur quelque chose de plus effectif et répond mieux à l'exigence d'une répartition de chaleur un peu partout.

M. Hermite, paraît-il, n'admettrait donc pas la formation de notre planète par voie de concentration de matière cosmique ayant, par le fait même de ce travail, engendré cette énorme accumulation de chaleur si bien démontrée récemment par la thermodynamique.

Par contre, l'auteur de la récente publication sur la phase quaternaire admet, chose curieuse, l'application de la thermodynamique aux couches superficielles de l'écorce terrestre. Il dit :

« La dépression des bassins et les bombements correspondant à la périphérie seraient le résultat du travail mécanique ayant engendré la chaleur interne.

« L'enfoncement des bassins, déterminé par le poids des accumulations sédimentaires, serait la cause de cette chaleur interne. » (Page 63 du mémoire.)

Concluant sur ce système, M. Hermite s'exprime encore comme suit :

« Les strates, quelle que soit leur cohésion, sont obligées de suivre le mouvement d'ensemble des déformations et par suite d'acquiescer sur leur emplacement même des températures aussi variables que la résistance qu'elles ont opposée. » (Page 65.)

Evidemment, tout cela est relativement exact; l'énergie, sous quelque forme qu'elle disparaisse dans la nature, n'est point perdue; elle change de forme seulement et peut, de mécanique qu'elle était, reparaître ici en chaleur. L'énergie mécanique est devenue calorifique, c'est bien certain, nous sommes d'accord !

Mais la valeur du produit dû au facteur transformé est-elle en rapport avec les existences constatées? Nullement, et c'est là que, malgré l'évidence de l'action transformatrice des kilogrammètres en calories, cette action donne au total un résultat trop dérisoire à mettre en ligne pour expliquer victorieusement l'état de choses constaté.

L'élévation moyenne des continents est, d'après de Lapparent, comprise entre 500 et 600 mètres sur mer (page 65 de sa Géologie). La profondeur moyenne des océans est de 4000 mètres environ.

En outre, la Terre émergente représente les $\frac{100}{275}$ de la surface immergée ou les $\frac{100}{375}$ de la surface totale du globe. Si l'on détermine y , hauteur dont les masses continentales ont été soulevées, on trouve au-dessus du niveau moyen primitif 3300 m. et 1200 m. pour la hauteur x dont les masses immergées sont en moyenne descendues, car $1200 \times 275 = 3300 \times 100$ (voir fig. 1 et 2).

Le travail mécanique, pour des roches de 2,5 de densité moyenne, se résume, pour un décimètre cube de matière émergée, à $3300 \times 2^{kg},5 = 8250$ kilogrammètres : en calories $\frac{8250}{425} = 19,4$ calories, puisque 425 kilogrammètres équivalent à une calorie.

Pour le décimètre cube de matière immergée, on aura $2,5 \times 1200 = 3000$ kilogrammètres = 7 calories

La masse soulevée aurait produit moins de 20 calories et la masse immergée 7. La moyenne, en tenant compte des étendues, n'est que de 10,5 calories, car $7 \times 275 + 19,4 \times 100 = 375 \times 10,5$.

Or, la température constatée jusqu'ici par les observations des mines les plus profondes et des sources thermales les plus chaudes, sans parler des volcans, est de 60 degrés pour les premières et de 90 pour les secondes, en chiffres ronds.

En admettant une capacité calorifique moyenne de $\frac{1}{3}$ et que la progression cesse à 500 degrés seulement, il faudrait que la masse solide de la croûte du globe terrestre entière eût accompli environ 15 ou 16 fois son voyage oscillatoire, et cela pour ne perdre superficiellement qu'une fois sa chaleur, alors que pendant plus de 20 millions d'années la source centrale a, jusqu'au quaternaire, constamment renouvelé sa provision à la surface.

La géologie, telle que nous la connaissons, avec ses cinq époques depuis les terrains azoïques au néozoïque et même quaternaire, avec ses faunes et flores correspondantes, qui permettent de suivre pas à pas la configuration des mers de chaque époque examinée, la géologie n'autorise assurément en aucun cas semblable hypothèse, car cela en est bien une d'hypothèse.

Si la croûte terrestre avait fait partout 15 ou 16 fois le voyage oscillatoire en question, la surface du globe serait à l'état de chaos indescriptible et ne présenterait point l'harmonieux spectacle actuel.

Mais ce n'est pas tout : si cette cause, productrice de quelque chaleur, j'en conviens, était la principale ou la seule, le refroidissement dans les massifs primitifs soulevés les premiers (il y a, disent certains

géologues, 15 ou 20 millions d'années), devrait être presque complet.

Les îlots de granit ou de silurien, qui sont restés tels quels depuis leur éruption ou leur émergence, devraient assurément, d'après cette théorie, accuser dix fois moins de chaleur pour une même profondeur perforée que les terrains tertiaires ou crétacés de Paris, qui sont émergés sur mer de quelques dizaines de mètres seulement depuis leur formation plus récente de 15 ou 19 millions d'années.

La variation existerait donc partout sur une large échelle et ne serait point une exception rare, comme à Sprenberg ou dans certaine mine de Saxe que l'on cite constamment; l'exception serait assurément la règle, et la règle très générale; celle d'Arago serait l'exception.

Il n'est au reste pas difficile d'expliquer les faits accidentels qui font exception à la règle d'accroissement de la chaleur avec la profondeur.

Il y aurait bien d'autres facteurs à examiner que la conductibilité citée par M. Hermite, comme agissant en faveur de l'augmentation de la variation : les questions de densité des masses soulevées, de leur imprégnation, de leur structure, voisinage de cavités, de sources chaudes, leur capacité calorifique variable, toutes circonstances qui eussent dû modifier encore la disposition de la chaleur produite et accentuer les différences, mais je ne puis m'étendre indéfiniment sur ce sujet, de crainte de trop allonger cette communication.

Toutefois, il est un argument péremptoire bien plus puissant, qui donnera probablement raison indéfiniment aux partisans de la chaleur centrale provenant

de l'origine ignée de notre globe. Voici cet argument :

Les partisans de la chaleur centrale ont à leur actif une théorie de la formation de notre système planétaire, qui est basée sur des faits, des observations et même sur des formations similaires, en voie d'enfancement aujourd'hui.

Les nuages de matières cosmiques engendrent des nébuleuses de toutes formes, avec ou sans noyaux, ceux-ci avec ou sans satellites, voire même avec des anneaux qui sembleraient un acheminement vers un système condensé comme celui de Saturne ; tout cela existe, se passe sous nos yeux et constitue des faits apparents dans l'espace céleste, et non des hypothèses, faits sur lesquels se base cette théorie de concentration des matières cosmiques qui ont formé la Terre. Puis, toutes les admirables découvertes astronomiques, lois et calculs qui ont permis même d'aller, que l'on excuse l'expression, dénicher avec le compas dans le ciel des planètes manquant à la série satisfaisant à ces lois, c'est là un ensemble qui n'autorise pourtant pas le doute avant d'avoir quelque chose d'autre à mettre en place.

Si la chaleur centrale est un mythe, alors les théories astronomiques de la formation de notre système planétaire tombent, et les lois si bien démontrées de la thermodynamique sont une erreur ; la force que l'on transforme à volonté et si admirablement aujourd'hui en chaleur aux rayons obscurs, ou en lumière aux rayons apparents, serait une transformation due à des causes et à des lois encore à découvrir, et non à la grande loi de la conservation de

l'énergie, quelque latente ou inapparente qu'elle puisse parfois se présenter.

C'est au moment où ces lois fécondes de la thermodynamique viennent expliquer victorieusement et définitivement l'accumulation du calorique solaire, qui existe et fonctionne incontestablement, que l'on refuserait la même faculté et la même propriété d'accumulation de chaleur aux éléments de notre Terre, sortis des mêmes masses cahotiques par voie de concentration semblable !

C'est assurément étrange, et je me résume en émettant timidement l'opinion que tant que les adversaires de la chaleur centrale ne nous apporteront pas, non une nouvelle théorie toute faite de la formation du système planétaire, mais au moins une mauvaise ébauche ayant quelque apparence de vérité, en regard des lois indiscutables pour nous qui régissent la mécanique céleste, ébauche qui permettrait de fouiller dans une direction nouvelle, ces adversaires de la concentration des matières avec accumulation de chaleur centrale perdront entièrement leur temps et n'arriveront jamais à rien de définitif sous ce rapport.

Nous sommes donc encore loin de l'anéantissement cruel de la doctrine de la chaleur centrale annoncé par M. Mohr, ou de sa transformation en avatar de l'ancien mythe du Tartare, proclamée par M. Vogt, ensuite des quelques variations d'accroissement de température constatées dans le forage de Sperenberg. (Voir page 60 du mémoire de M. Hermite.)

Si l'on ne trouve rien de mieux à objecter à leur théorie, les partisans de la chaleur centrale auront encore longuement le temps d'en étudier les effets. C'est ce que je vais me permettre de faire, en pas-

sant à l'étude du rôle de cette chaleur comme agent formateur de vapeur d'eau, depuis les âges les plus anciens de notre globe jusqu'à l'époque actuelle.

Cette étude me permettra de réfuter l'opinion de ceux qui attribuent au Soleil seul agrandi les effets climatologiques sur notre planète, dès les anciens temps de la géologie, et la nullité de l'action de la chaleur centrale dans ce domaine.

**Du rôle de la chaleur centrale
comme cause des actions orogéniques et de la
formation des condenseurs montagneux.**

Passons donc au rôle de cette chaleur centrale, depuis les temps anciens de sa formation jusqu'à l'époque actuelle, sous le rapport de la production par elle de vapeur d'eau. J'ai eu l'honneur, l'année dernière, d'entretenir la Société du rôle de cette chaleur comme agent formateur de notre globe, par la conservation dans l'atmosphère de masses de vapeurs diverses, même après la première solidification de l'écorce terrestre. J'ai également, par diverses déductions résultant des lois de l'association et de la dissociation des éléments des corps, établi que la température des premières eaux condensées sur la croûte des terrains primitifs, devait être supérieure à 412 degrés et inférieure à 4100 degrés; j'ai rappelé encore qu'il s'est écoulé une période de temps énorme depuis cette apparition première de l'eau, jusqu'à ce que, d'une part, toutes les matières encore à l'état de vapeurs eussent été condensées et précipitées, et que, d'autre part, la température de l'eau

des mers fût tombée suffisamment pour permettre l'apparition et le développement de la vie sur la Terre.

Or, l'histoire de la vapeur d'eau sur la Terre nous conduit directement aux phénomènes de l'époque quaternaire et glaciaire. Essayons d'ébaucher cette histoire de notre mieux.

Rappelons d'abord que la croûte terrestre, pendant sa formation, fut soumise deux fois à des actions orogéniques considérables et plus intenses que pendant les périodes intermédiaires. Ces phases critiques correspondent, l'une à l'apparition de l'eau sur la Terre en voie de refroidissement, l'autre à la disparition inégale de la chaleur centrale dans les couches supérieures de l'écorce terrestre, ou mieux, à la disparition d'une température uniforme des pôles à l'équateur, sur la surface terrestre. Il faut, pour qu'un soulèvement de montagne se produise, le travail mécanique de divers agents. L'un, et c'est le premier qui ait agi, est le refroidissement de la croûte terrestre et la différence d'étendue ou de volume donnée aux couches par ce refroidissement successif, opérant de plus en plus profondément dans le massif interne. C'est la cause première de la formation de vides, où les couches supérieures purent s'affaisser d'un côté, tout en se relevant de l'autre, fait que le savant Elie de Beaumont a si bien établi et analysé. Mais, quel ne dut pas être l'accroissement de mobilité de ces couches effondrées d'un côté et soulevées de l'autre, lorsque l'eau vint s'introduire dans les fissures et cavités produites, et les charger, grâce à des centaines, si ce n'est des milliers de degrés de chaleur, d'un gaz énergique et expansible comme la vapeur d'eau à de hautes températures.

Avec l'apparition de l'eau sur la Terre, il y eut donc un surcroît d'activité dans le travail interne, et formation de condenseurs montagneux suffisants pour produire, à l'époque primaire, malgré leur peu d'élévation due à la faible épaisseur de l'écorce terrestre, des chutes de pluie assez abondantes pour engendrer les courants qui ont formé les cailloux roulés, les graviers et les sables nécessaires à la formation des diverses couches arénacées ou gréseuses de cette époque.

Certains géologues veulent voir déjà d'anciennes terrasses dans les couches formées de matériaux roulés et réunis en atterrissements, et attribuer leur formation à des cours d'eau alimentés par des glaciers; ils sont même disposés, grâce à certains matériaux striés, à admettre une action de transport direct de ces matériaux par voie glaciaire.

C'est assurément aller un peu vite et il s'agirait de savoir si les auteurs de semblables théories ont suffisamment tenu compte, dans leurs appréciations, des lois qui régissent la saturation de l'air par la vapeur d'eau. Si ces savants géologues avaient peut-être fait des calculs et supputé exactement la masse d'eau condensée qui résulte d'un abaissement de chaleur lorsqu'il s'agit de températures élevées comme celles qui régnaient alors, ils n'auraient peut-être pas eu besoin de rechercher ni d'inventer, au moyen de glaciers, un surcroît d'activité dans les précipitations et les ruissellements de l'époque.

Lorsque la pluie se produit sur une montagne, ce n'est pas la couche froide terrestre du massif montagneux qui agit seule, à la façon d'une carafe d'eau fraîche attirant à elle et condensant par contact la

vapeur d'eau des couches voisines de l'air, mais bien la tension de saturation des gaz par la vapeur d'eau, qui ne reste point en relation parallèle ou proportionnelle avec celle de leur température; c'est ainsi que, pour l'air, une température :

de —	19°	correspond à une tension en	mm
		millimètres de mercure, de	1,0288
pour —	10°	elle correspond à une tens. de	2,1514
»	0°	»	4,5687
»	+ 10°	»	9,1398
»	+ 20°	»	17,3632
»	+ 30°	»	31,5096
»	+ 40°	»	54,8651
»	+ 50°	»	91,9780
»	+ 60°	»	148,8848
»	+ 70°	»	233,3079
»	+ 80°	»	369,5075
»	+ 90°	»	525,4676
»	+ 100°	»	760,00
»	+ 110°	»	1075,37
»	+ 120°	»	1491,280
»	+ 130°	»	2030,28
»	+ 140°	»	2717,63
»	+ 150°	»	3581,23
»	+ 200°	»	14324,80

Il en résulte que le massif montagneux, d'autant plus froid qu'il est plus élevé en altitude, la température de l'atmosphère s'abaissant d'un degré pour 190 mètres de hauteur environ (selon Gay-Lussac, d'un degré pour 187 mètres et selon Humboldt, d'un degré pour 195 mètres), rafraîchit l'air qui arrive de la plaine, et ce dernier ainsi refroidi condense les va-

peurs de la quantité surnuméraire due au chiffre de la saturation primitive.

Cette quantité surnuméraire, dont la résolution en eau est ainsi forcée, est d'autant plus considérable pour une différence donnée qu'il s'agit de températures plus élevées. De là, les fameux chapeaux de vapeur des montagnes, précurseurs de la pluie et qui sont de si excellents hygromètres.

À l'époque primaire, lors de l'apparition des premiers animaux vivants, la température uniforme de la Terre ne devait pas être de beaucoup supérieure à 50 ou 60 degrés, si les conditions de résistance des organes des êtres vivant alors étaient similaires à celles des êtres d'aujourd'hui, en raison de la solidification de la gélatine à une température plus élevée, fait que l'on invoque pour raisonner ainsi, car au-delà cette solidification eût rendu la vie impossible aux animaux de l'époque¹.

Or, à 50 degrés, la tension de la vapeur dans l'air saturé est de 91^{mm},9780

En admettant que les montagnes d'alors eussent atteint des couches rafraîchies de 10 degrés, et, par suite, rafraîchi elles-mêmes l'air des plaines de cette différence, par mélange et contact, la tension pour 40 degrés devenait, pour la vapeur d'eau, de 54^{mm},8650

La précipitation dut alors être de la vapeur correspondant à l'excès de tension, soit 37^{mm},1130

¹ Je suis loin d'accepter une semblable conclusion, car aujourd'hui nous constatons que des microbes résistent à 100 et même 120 degrés de température; les animaux d'espèces inférieures du Cambrien pouvaient fort bien être constitués comme ces derniers, avec des substances autres que des gélatines se solidifiant à 60 degrés de chaleur et leur rendant par suite la vie possible à de plus hautes températures.

Or, cette tension correspond à peu près à celle de l'air saturé à 32,9 degrés, qui est de 37^{mm},15; c'est donc absolument comme si de l'air saturé à 32,9 degrés avait perdu toute son eau.

On conçoit par ces chiffres combien une faible chute de température peut fournir d'eau condensée, lorsqu'il s'agit de masses d'air saturé à des températures élevées. C'est pourquoi certaines régions du globe, le Bengale, par exemple, et les régions voisines du golfe du Mexique, sont sujettes à des précipitations considérables, grâce au voisinage des montagnes et de la mer, et vu la température élevée de l'air humide.

En effet, ces régions fournissent une chute d'eau annuelle formidable avec des différences de température assez peu considérables, en tout cas infiniment moindres que d'autres régions froides, comme la Sibérie, le nord de la Russie ou de la Suède, par exemple, où les chutes d'eau sont cependant beaucoup moins abondantes malgré des différences de température sept ou huit fois plus fortes.

Cela explique donc suffisamment la production considérable de courants d'eau à l'époque primaire, sans qu'il soit utile ou nécessaire de faire intervenir l'existence de glaciers, chose difficile à concevoir et surtout à expliquer avec des montagnes peu élevées, une atmosphère chaude, saturée de vapeur immensément riche en acide carbonique et probablement d'autres vapeurs, donc aux couches froides beaucoup plus élevées en altitude que de nos jours.

Tel est un premier point qu'il était bon d'établir en passant. Donc pas de glaciers considérables et permanents aux époques géologiques anciennes du

globe, mais actions orogéniques facilitées par la vapeur d'eau, détruisant la régularité des couches terrestres en voie de refroidissement et, par suite, répartissant inégalement les eaux sur la surface terrestre.

Une fois cette première phase des âges anciens du globe accomplie par un refroidissement de plusieurs centaines de degrés de la couche primitive et une fois l'eau chaude des mers en place, l'action sédimentaire commence, activée par la fissuration des bas-fonds et, par suite, par une mise en contact un peu partout de cette eau avec les couches profondes internes et très chaudes de la croûte terrestre.

La dissolution, la désagrégation et la tenue en suspension des matériaux provenant de cette dernière action durent être singulièrement favorisées par cette pénétration facile de l'eau dans les profondeurs de l'écorce et par la production de vapeurs travaillant énergiquement dans le fond fissuré et effondré des mers.

Aussi s'explique-t-on aisément la puissance des massifs sédimentaires de l'époque primaire, trois ou même quatre fois plus considérable que celle de tout le reste des formations neptuniennes postérieures.

Cette puissante sédimentation couvrant par le fait même tout le relief sous-marin et obstruant ainsi finalement les innombrables cavités et fissures d'où étaient sortis, par des érosions bouillonnantes, les premiers matériaux sédimentaires, il dut s'ensuivre une séparation complète des couches internes encore brûlantes d'avec les eaux des mers, et de là est née la période des formations dites secondaires, à température des mers plus modérée, mais encore générale et uniforme d'un pôle à l'autre. Cette unité est démon-

trée par la faune et la flore de ces terrains, aux sujets presque identiques et les mêmes partout. Pour la même raison, les phénomènes ou actions orogéniques de l'époque secondaire et crétacée furent restreints par cette absence toujours plus grande du contact entre les eaux et les couches chaudes et profondes de la Terre; les chances de contact diminuaient ainsi de plus en plus au fur et à mesure que l'épaississement des strates sédimentaires annulait toujours la possibilité de fissurations profondes¹.

Le refroidissement lent et progressif de la croûte terrestre aurait ainsi suivi un cours normal sans graves complications et accidents, et l'époque tertiaire eût été aussi calme et paisible que les époques secondaire et crétacée, avec formations sédimentaires aux couches régulières, à matériaux fins et uniformes, résultant eux-mêmes d'actions érosives continues et uniformes aussi.

Mais une seconde période critique devait fatalement et nécessairement se produire et remettre en scène la chaleur centrale, avec une intensité d'autant plus remarquable que ce fut son dernier acte, acte que l'action solaire n'eût pu produire.

L'influence du Soleil jusqu'à la fin de l'époque secondaire ou mésozoïque fut presque nulle sur la

¹ Les géologues ont une tendance à attribuer à l'époque secondaire un climat tempéré et sec, parce que cette période n'a pas produit de roches détritiques pour la formation desquelles il faut des courants d'eau érosifs puissants. C'est une manière de voir contestable: tempéré, oui, mais sec, non, car les condenseurs peu élevés de l'époque primaire, bons pour précipiter abondamment des vapeurs d'eau saturant un air de 50 à 60 degrés, ne produisaient plus le même effet à l'époque secondaire sur un air saturé de 30 ou 40 degrés. De 60 à 50 degrés, la tension de la vapeur diminue de 57 millimètres. De 40 à 30 degrés, la tension de la vapeur diminue seulement de 23 millimètres; la désaturation n'était donc point activée par cette condensation moins forte.

Terre, quoi qu'en disent les partisans du système Blandet ou du Soleil de 47 degrés, Soleil auquel ils attribuent, dès les premiers âges, toutes les vertus thermiques, sans plus rien laisser à la chaleur centrale en fait d'opérations calorifiques sur la croûte terrestre.

Or le Soleil, dont l'intensité d'action sur la surface de la Terre est variable, produit des dilatations et contractions superficielles de l'écorce terrestre presque insensibles aujourd'hui : au plus une dizaine de mètres de variation annuelle de latitude pour un point comme Berlin, par exemple, dont la situation géographique doit être favorable à une grande variation, puisque l'écart de sa température moyenne est de 18,19 degrés, alors que l'écart de Paris est de 14,42 degrés, celui de Londres de 13,35 degrés, seulement. Voilà tout ce que le Soleil peut produire comme mouvement horizontal de la croûte terrestre ; d'autre part, son action calorifique en profondeur s'arrête à 10 ou 15 mètres sous notre latitude, et à plus de la moitié moins, si ce n'est presque à 0 mètre en Sibérie, par exemple. Son action comme contraction et dilatation se réduit donc à faire aller et venir 10 000 kilomètres d'étendue de la croûte superficielle sur une dizaine de mètres au plus, soit de provoquer un mouvement annuel de $\frac{10}{10\,000\,000} = \frac{1}{1\,000}$ de millimètre par mètre, chiffre absolument impuissant à produire autre chose que des craquelures superficielles de l'écorce terrestre, et probablement en raison de l'élasticité de la matière, de ne produire parfois que des vibrations de faible intensité à peine sensibles à nos seismomètres.

Le mouvement annuel oscillatoire de la colline du

Mail, observé par notre savant collègue M. Hirsch, résulte encore d'une de ces faibles actions due au Soleil.

La colline de l'Observatoire de Neuchâtel danse si bien chaque année que l'axe de la lunette méridienne, de 1^m,10 de longueur, se déplace horizontalement de 0^{mm},102 de l'O.-S.-E. pendant 163 jours d'hiver, et de 0^{mm},106 pendant 163 jours d'été dans le sens E.-S.-O., soit 0^{mm},208 au total en moyenne pendant l'année.

En passant, je dois dire que le mouvement constant du même axe tient, selon moi, à des causes internes ou géologiques.

Revenons à la période critique dont je parlais tout à l'heure ; c'est celle des mouvements orogéniques considérables de l'époque tertiaire, que l'action du Soleil de 47 degrés ne peut avoir produits, puisqu'il en provoque encore moins aujourd'hui, bien qu'il soit cependant plus puissant que jamais sous ce rapport, et qu'il chauffe assurément plus inégalement la Terre que lorsqu'il actionnait celle-ci sous un angle de 47 degrés.

La chaleur centrale, au contraire, explique tout, et voici comment :

Jusqu'à la fin de l'époque secondaire, la chaleur est presque uniforme sur la Terre d'un pôle à l'autre. Cela est démontré par la faune et la flore du crétacé. Les palmiers, les camphriers et les plantes similaires croissent à cette époque au Nord comme dans les régions tempérées, ou comme ils croissent et prospèrent aujourd'hui dans la région torride et équatoriale. La faune aussi est identique partout, cela est démontré par les fossiles. Les mêmes animaux habitent le Nord comme le Midi. Pendant l'éocène et le

miocène tertiaire, le sensible palmier se trouve, ainsi que le camphrier et une foule d'autres plantes de la flore tropicale, en pleine prospérité au Nord comme au Sud.

La flore de la fin de l'époque miocène toutefois commence à montrer une certaine faiblesse d'expansion, une tendance à diminuer dans les régions polaires pour les espèces végétales appartenant comme climat à la zone torride de nos jours.

Enfin, à l'époque pliocène, si la faune aux plantes plus résistantes à une différence climatérique appréciable fournit encore dans le Nord certaines espèces des climats tempérés, en revanche la flore de ces mêmes contrées du Nord perd ses palmiers, ses camphriers et autres plantes congénères de la zone torride. Le refroidissement climatérique s'y accentue et de grands mouvements orogéniques s'accomplissent à cette époque, conséquence de la disparition toujours plus grande de la chaleur centrale dans les couches superficielles de l'écorce terrestre, en allant de haut en bas dans le sens du rayon terrestre, et du Nord au Sud dans le sens horizontal, pour l'hémisphère boréal. Le manque de chaleur s'accroît tant et si bien que, pendant le commencement du tertiaire, la chaleur, qui était probablement de 20 à 25 degrés partout au Nord, se trouve diminuée considérablement au pôle à la fin du tertiaire et remplacée quelque peu déjà par la chaleur solaire dans les régions torrides et équatoriales.

La croûte terrestre, au lieu de se trouver comme précédemment d'un pôle à l'autre sous le même régime thermique intérieur, avec température atmosphérique presque fixe pour les couches qui la con-

finent, se trouve peu à peu sous l'influence d'une disparition de la chaleur interne. Cette disparition commence au pôle où le Soleil (en admettant même la théorie de Blandet, diminuant son diamètre) est impuissant à la neutraliser; elle s'étend peu à peu jusqu'à l'équateur, où cette diminution de chaleur interne est alors neutralisée par la chaleur solaire tropicale. Donc deux raisons positives de décroissance calorifique progressive avec la latitude pour les régions polaires, savoir le refroidissement central d'un côté, et l'impuissance du Soleil se rapetissant ou déjà réduit à ses dimensions actuelles de l'autre, et une seule raison positive de refroidissement très lent pour l'équateur, avec conservation complète et entière de la chaleur superficielle due au Soleil pour cette même région.

Voilà les différences et telles sont les causes thermiques de l'accroissement des formidables massifs de condensation de l'époque tertiaire et du commencement du quaternaire, en même temps que, comme conséquence, telle est aussi la cause des phénomènes diluviens et glaciaires de cette dernière époque.

C'est ici que commencent donc les démonstrations spéciales que je me suis proposé de faire dans cette communication.

Deux causes ont provoqué la recrudescence des mouvements orogéniques de cette époque.

C'est, d'une part, le réchauffement des masses inférieures sédimentaires en proportion de leur épaisseur et, par suite, souvent la réduction en vapeur de leur eau de pénétration (ce qu'on appelle l'eau de carrière).

C'est, d'autre part, la dislocation de l'écorce ter-

restre sous l'influence des changements de température de celle-ci, changements qui ont, pendant la fin de la période tertiaire et le commencement du quaternaire, ramené au pôle une température de + 20 ou 25 degrés à — 20, si ce n'est même — 40 comme minima, tandis qu'à l'équateur cette température est restée fixe de 25 à 30 degrés en moyenne annuelle comme aujourd'hui. Cette différence, s'il ne se fût agi que de la surface, n'eût pas amené de grandes perturbations, mais il s'est agi des températures de la masse interne sur une grande épaisseur, peut-être plusieurs kilomètres de profondeur.

En effet, à 1000 mètres de profondeur, la température, au milieu de l'époque tertiaire, devait être, n'importe la latitude, uniforme ou sensiblement uniforme pour une même épaisseur de croûte terrestre, peut-être 65 degrés à l'équateur contre 60 degrés au pôle. A l'époque quaternaire, on avait au pôle, à cette profondeur, en tout cas une température de 25 à 30 degrés inférieure à celle de l'équateur, donc probablement 20 ou 25 degrés contre 60 (fig. 3 et 4). Or, qui dit variation de température dit contraction ou dilatation.

Au lieu d'un refroidissement uniforme produisant un état de tension uniforme partout, comme à l'époque secondaire et crétacée, la tension est devenue irrégulière en croissant considérablement de l'équateur au pôle, en vertu de l'abaissement considérable de température dans la masse polaire, et ailleurs proportionnellement aux latitudes, pour aboutir à presque 0 à l'équateur (voir fig. 5, 6 et 7).

Si une simple variation calorifique due au Soleil et uniquement superficielle d'une dizaine de degrés dans

les moyennes estivale et hivernale de température produit des oscillations de 10 mètres à Berlin et fait danser notre Observatoire de manière à affecter l'axe de sa lunette de 0^{mm}, 208, à quelle épreuve ne dut pas être soumise une masse s'étendant du pôle à l'équateur, de quelques dizaines de kilomètres d'épaisseur et perdant irrégulièrement une trentaine de degrés de sa température, soit en longueur, soit en profondeur.

De là donc des fissurations considérables et nombreuses et, par suite, introduction de l'eau des mers dans les masses brisées internes, puis production souterraine de vapeur, force nouvelle, expansive, énorme, soulèvement de certaines masses, effondrement d'autres, et finalement accroissement considérable en étendue et en hauteur des condenseurs, cause du phénomène glaciaire. C'est naturellement près des zones montagneuses en A (fig. 8) que durent se produire au plus haut degré les actions nouvelles.

En effet, à propos des formations de montagnes de cette époque, je rappellerai ce que je disais dans ma communication sur la phase jovienne :

« A la fin de l'époque miocène, le massif alpin subit des actions internes d'une formidable puissance, qui soulevèrent même les chaînes secondaires et calcaires des Alpes. Les Pyrénées ont alors acquis leur relief définitif, et à la fin de l'époque tertiaire, après la formation du pliocène, les Apennins prennent naissance et avec elles se produisent de nombreux soulèvements de la chaîne méridionale des Alpes, ainsi que les montagnes de l'Auvergne. »

J'aurais pu ajouter, pour compléter cette nomenclature, que l'Himalaya, les Andes, les Montagnes

Rocheuses, et même notre Jura, ont, à cette époque, subi des effets orogéniques considérables, qui ont garni leurs escarpements des terrains surélevés du crétacé et du tertiaire, étages formés dans les mers qui baignaient autrefois leurs flancs et leurs vallées.

Ici encore, je me permettrai de demander aux adversaires de la chaleur centrale, qui ont une tendance à faire si vite abstraction d'un système qui explique si bien les choses, comment ils arrivent à se rendre compte de l'intensité des actions orogéniques pendant le primaire, le calme de ces actions pendant le secondaire, enfin cette recrudescence inattendue pendant le tertiaire. Ce sont là des faits qu'il faudrait pourtant expliquer mieux ou au moins aussi bien qu'au moyen de la chaleur centrale et des actions qui en sont résultées, faits bien autrement importants que les particularités sur lesquelles on se fonde pour vouloir vite tout rejeter dans le domaine du calorique interne.

L'introduction de l'eau dans les couches profondes et chaudes de l'écorce terrestre a donc été favorisée par la fissuration de cette écorce, provoquée par les différences de température produites par l'inégal refroidissement de cette masse du pôle à l'équateur.

Mais ce n'est pas tout : les masses sédimentaires déposées pendant l'époque secondaire et tertiaire prirent une épaisseur très grande, quelques milliers de mètres, et la transmission de la chaleur centrale au travers de ces masses y produisit, dans les parties profondes, un exhaussement de température considérable et, pour de grandes épaisseurs, si considérable que l'eau primitive de carrière dut chercher à s'échapper en vapeur. De là, augmentation des ten-

sions dans le sein des masses chaudes profondes, suraccroissement de force expansive dans tous les sens, qui dut singulièrement favoriser le craquellement des couches dont je viens de parler, craquellement dû aux différences de température produites entre le pôle et l'équateur, à cette époque d'irrégulier refroidissement.

Cela explique encore pourquoi les bancs rocheux de l'époque secondaire sont si considérablement fissurés, pourquoi ceux de l'époque crétacée le sont à un degré moindre, enfin comment il se fait que ceux du tertiaire ne le sont presque pas. Leur fissuration est en raison de leur profondeur. Les bancs de l'époque primaire sont ici hors de cause, ayant été ébranlés et craquelés lors des soulèvements dus à l'apparition directe de l'eau sur la croûte terrestre.

C'est ainsi que des causes, petites en apparence, devaient donner aux vides produits par la diminution de volume du noyau pâteux, inférieur aux couches solides du globe, le moyen de produire des effets plus considérables que lors des époques précédentes, bien que ces vides fussent plus restreints.

Comme effet dynamique, la chaleur centrale a donc opéré à l'époque tertiaire et surtout vers la fin de cette époque :

1^o Comme précédemment, par la formation de vides résultant de la contraction des matières fluides existant sous l'écorce solide du globe ;

2^o Par les efforts de tension et même de torsion résultant de la différence d'abaissement de température pour une même profondeur des couches solides entre le pôle et l'équateur ;

3^e Enfin, par l'introduction de l'eau de carrière dans les masses sédimentaires, acquérant avec l'épaisseur de celles-ci une température telle que sa tendance à la vaporisation dut mettre les masses elles-mêmes dans un état de tension très grand.

Il ne faut pas oublier que l'air était et est resté saturé de vapeur d'eau jusqu'au moment où les condenseurs nouvellement formés purent l'en décharger, et que la plus grande perte de chaleur interne dut se produire lorsque l'air fut en mesure de se débarrasser par condensation de la masse des vapeurs qu'il contenait, en donnant ainsi lieu à ce mouvement rotatoire perpétuel de formation et précipitation de vapeur d'eau dû aujourd'hui à l'action solaire seule.

Un calcul approximatif donnera une idée de la masse de vapeur d'eau contenue dans l'air à l'époque du miocène tertiaire, avant la formation des condenseurs.

Admettons 30 degrés comme température moyenne du pôle à l'équateur, on aura comme tension de vapeur à cette température 31^{mm}, 5096 de mercure et par mètre cube d'air, 30 grammes en chiffres ronds, (le chiffre exact est 28^g,51). Le calcul donne donc une lame d'environ 1^{m³},500 d'eau pour 50 kilomètres d'atmosphère saturée en hauteur et, pour 20 kilomètres, 0^{m³},600 seulement.

La vapeur d'eau actuellement dans l'atmosphère n'atteint pas 0^m,05, soit $\frac{1}{30}$ de celle qui devait exister à l'époque tertiaire supposée saturant l'air à 50 kilomètres de hauteur, ou $\frac{1}{12}$ avec saturation à 20 kilomètres seulement.

D'autre part, la capacité calorifique d'un mètre cube de matière de l'écorce terrestre, compté à 2500 kilog.

et 0,200 calorie pour sa capacité par kilogramme, soit à peu de chose près celle des calcaires, cette capacité calorifique sera de 500 calories par mètre cube. La capacité calorifique d'un mètre cube d'air chargé de vapeur d'eau à 30 grammes étant égale à 0,37 calorie, on aura donc le rapport des capacités entre

l'air saturé à 30 degrés et le calcaire par $\frac{500}{0,37} = 1350$,

c'est-à-dire que la chaleur d'un mètre de calcaire est égale à celle de 1350 mètres d'air saturé à cette même température.

Cela établi, on voit immédiatement quelle action calorifique énorme et longue a dû produire sur l'enveloppe atmosphérique la croûte terrestre pendant la disparition des 30 degrés de chaleur, perte complète affectant au pôle une épaisseur considérable, mais devenant moindre à l'équateur, en raison de l'action solaire.

Cette chaleur perdue a passé évidemment au travers des mers et des terres, enfin au travers d'une atmosphère saturée, pour aller se perdre dans l'espace par rayonnement, car enfin cette chaleur constatée par la flore est allée quelque part de bas en haut; elle n'est pas rentrée sous terre, assurément.

Donc, de cette époque tertiaire à l'époque quaternaire, la croûte terrestre a perdu en moyenne $30\frac{1}{2}$ degrés du pôle à l'équateur, soit 15 degrés avant le refroidissement du fond des mers et 30 degrés au complet après le refroidissement des eaux profondes sous-marines, aujourd'hui très froides partout, n'importe en quelle latitude. Cette perte de chaleur s'est faite sur une épaisseur formidable de l'écorce terrestre, malgré un remplacement de chaleur rapide

d'abord, puis plus lent il est vrai, remplacement opéré par la chaleur interne venant de couches plus profondes. Cela pourrait être difficilement contesté, quelle que soit la faible conductibilité des matières stratifiées de la croûte terrestre. Or, une perte de 15 degrés de chaleur sur 1000 mètres d'épaisseur, représente de quoi fournir 15 degrés de chaleur à 1 350 000 mètres cubes d'air, ou la même température à cent renouvellements d'une colonne d'air de $13\frac{1}{2}$ kilomètres. Pour 2000 mètres de matières perdant ce calorique, la chaleur de la colonne d'air serait renouvelée cent fois aussi comme calorique identique à 27 kilomètres de hauteur, et ainsi de suite pour de plus grandes épaisseurs.

Si, maintenant, on considère qu'il a fallu tout l'espace de temps de l'époque formatrice des roches primitives pour abaisser la température de l'écorce terrestre aux fins de permettre la précipitation de l'eau à 4 ou 500 degrés, si ce n'est plus, et la réduire à 50 ou 60 degrés, température compatible avec l'apparition de la vie sur la Terre, et qu'il a fallu tout l'espace de temps des époques primaire, secondaire et en partie tertiaire pour abaisser cette température de 60 à 30 degrés en moyenne, il est assurément permis de conclure que les arrivages souterrains de chaleur pendant cet abaissement ou perte de 15 degrés ont dû être assez abondants et durables pendant la fin du tertiaire et le commencement du quaternaire pour assurer une saturation de l'air suffisante et susceptible d'engendrer par précipitation les courants quaternaires les plus formidables, et plusieurs fois les masses glaciaires de l'intéressante période qui nous occupe.

Du mode de formation des vapeurs d'eau de l'époque quaternaire et glaciaire.

La période tertiaire ayant pour caractère physico-météorologique essentiel la disparition de la chaleur centrale par quantités progressivement croissantes de l'équateur au pôle, et géologiquement la dislocation des couches de l'écorce terrestre, grâce à un état de tension formidable de ces couches, dû à l'introduction des eaux dans les fissures et cavités produites, comme aussi à la haute température des eaux incluses dans les roches et les strates inférieures des masses sédimentaires; toutes ces eaux surchauffées devaient produire des vapeurs à expansion énorme, et soumettre les eaux de surface à une évaporation considérable en s'y condensant ou en les traversant.

N'oublions pas que le fond des mers n'était pas encore rafraîchi par les courants d'eau glacée provenant du dégel de la calotte de glace des pôles, et que la température y était alors celle des couches terrestres sous-marines thermiquement influencées par la chaleur interne ou centrale.

L'action solaire, à l'époque quaternaire et fin du tertiaire, devait être approximativement ce qu'elle est aujourd'hui et ajouter son contingent d'action à celui fourni inférieurement; mais cette action, partout où la température solaire était inférieure à celle de l'écorce terrestre à sa surface, ne pouvait agir qu'en chauffant les masses de vapeur des régions élevées de l'atmosphère, où elles se refroidissaient par suite moins vite et, par conséquent, cela augmentait d'au-

tant l'épaisseur ou la hauteur de l'air saturé. On comprend aisément que, prise entre deux feux ou sollicitée par une double action, l'évaporation des mers dut produire des épaisseurs d'air saturé d'une puissance et d'une activité qui devaient encore satisfaire facilement à n'importe quelle demande ou absorption des immenses condenseurs nouvellement formés.

Depuis la disparition de l'une des causes, tout a changé, et les condenseurs sont, dès lors, devenus presque inoccupés.

Les adversaires de la chaleur centrale opposent souvent l'argument que, pendant l'époque primaire, c'est-à-dire à l'époque de formation des houilles, dont on retrouve des gisements du pôle à l'équateur, la température, sous l'influence de la double source de chaleur solaire et interne, aurait dû être de 90 à 100 degrés à l'équateur, pour être de 50 degrés au pôle¹.

Cela n'est pas possible, car un corps sollicité à se chauffer par deux sources de chaleur de 50 degrés diagonalement placées l'une par rapport à l'autre, ne porteront pas ce corps à une température de 100 degrés, pas même à 60, elle restera à 50 degrés; toutefois, si le corps est épais, il s'échauffera à 50 degrés de deux côtés à la fois, et jusqu'à ce que les effets des deux sources de chaleur se rencontrent; s'il s'agit d'un liquide, il fournira à l'évaporation des deux côtés à la fois, mais la vapeur produite sera toujours correspondante à 50 degrés et son volume seulement sera plus considérable. Cet argument n'a donc pas grande portée, car les effets en vapeur s'ad-

¹ Hermite, principes de géologie, page 71. — De Lapparent, géologie, page 1464.

ditionnent, mais non les températures pour en former une plus élevée.

Voilà donc la Terre arrivée à la fin du tertiaire, avec une température polaire s'abaissant de plus en plus, des massifs de montagnes s'élevant toujours davantage à de grandes hauteurs un peu partout dans l'hémisphère boréal et, à l'équateur, deux actions calorifiques encore en pleine vigueur et saturant l'atmosphère d'une masse formidable de vapeur d'eau.

Dans ces conditions, est-il vraiment urgent ou utile de faire intervenir l'action volcanique pour expliquer les choses et faire sortir les vapeurs nécessaires aux précipitations aqueuses de l'époque, de cratères activés par des réactions chimiques seulement?

Assurément non! Si la chaleur centrale n'existe pas, la masse interne du globe est alors solide, et, si elle est solide, on se rend difficilement compte des effets d'oscillation du sol s'abaissant d'un côté sur d'immenses étendues pour s'élever d'un autre à des hauteurs souvent formidables. Il faudrait que la matière solide interne de support fût terriblement élastique, pour permettre ces changements orographiques.

Les volcans, avec leurs réactions chimiques, creuseront bien quelques cavités que le foisonnement des matériaux éboulés aura plus ou moins vite comblés, mais sous une Méditerranée ou un Océan qui se forment, il ne suffira jamais de quelques vides pareils pour faire place aux couches effondrées d'une si immense étendue. N'est-il donc pas plus simple d'admettre des diminutions générales de volume formatrices de vides provoquant l'effondrement sur une matière fluide facilement ascensionnelle ou déplaçable, équilibrant par une surélévation les masses effondrées et permet-

tant aux masses supérieures soumises à tension de se mouvoir aisément, tout cela grâce à une fluidité interne dont on a tant de preuves? Tous ces efforts internes et orogéniques sont facilement expliqués par les tensions formidables dont je viens de parler.

La chaleur originelle du globe terrestre explique donc, par la thermodynamique, non seulement les phénomènes de formation de celui-ci, ainsi que les grandes variations d'intensité des oscillations du sol, le soulèvement des montagnes pendant les époques primaires agitées, le calme relatif des temps secondaires, enfin ceux très agités des époques tertiaire et quaternaire; mais elle explique aussi victorieusement la production des vapeurs et des précipitations de ces dernières époques.

L'analyse des systèmes concurrents et leur critique ajoutera, je l'espère, à la valeur de mes démonstrations.

Systèmes divers des causes auxquelles sont attribuées les précipitations quaternaires et les formations glaciaires.

C'est ici le moment d'aborder l'hypothèse de la chaleur solaire comme agent formateur des phénomènes glaciaires.

Cette théorie de la décroissance du Soleil, qui est entrée récemment en ligne, est celle du Dr Blandet, basée sur la théorie de Laplace et attribuant au Soleil, pendant les époques anciennes de la géologie, un diamètre énorme et décroissant. Lorsque son diamètre apparent eut atteint 47 degrés au lieu des 32' et 3" qu'il présente aujourd'hui, soit un diamètre

87 fois plus grand, les régions polaires étaient comme le reste de la Terre inondées de lumière; la partie obscure du globe était réduite à un segment de la sphère et les nuits polaires n'existaient pas (fig. 9).

Avec cette hypothèse fort admissible, si le Soleil provient effectivement d'une concentration des matières cosmiques, ce qui est généralement admis aujourd'hui, on aurait eu un Soleil déjà très chaud, occupant à peu près l'espace compris entre Mercure et le Soleil actuel, c'est-à-dire environ les $\frac{2}{5}$ de l'espace compris entre la Terre et le Soleil.

Cet astre, dont les rayons, au solstice d'été, eussent enveloppé la Terre jusqu'au cercle polaire dans l'hémisphère boréal, tout en rasant son pôle austral, aurait, grâce à une chaleur ainsi enveloppante, plus modérée il est vrai, mais plus rapprochée, réparti son action assez uniformément partout. De là, absence de saisons, température favorable à une production de vapeurs considérables et suffisantes pour fournir encore à l'époque tertiaire et quaternaire l'élément calorique nécessaire à la formation d'abondantes vapeurs, source des précipitations aqueuses et froides de l'époque glaciaire.

Ce système, pour expliquer l'uniformité de température, paraît au premier abord si attrayant, qu'il est admis par bien des géologues, notamment par M. de Lapparent et même par M. Falsan dans sa récente publication sur les glaciers; mais ce système, passé au crible de l'analyse, ne remplit plus, à l'époque quaternaire, que fort imparfaitement le but cherché, et je dirai même qu'il ne le remplit plus du tout.

D'abord, en supposant une répartition de la richesse du Soleil en calories, dans une sphère de 87

diamètres de celle d'aujourd'hui, il faudrait pouvoir connaître la relation entre les chaleurs spécifiques du corps dilaté et de celui d'aujourd'hui, ce qui est impossible, établir le pouvoir rayonnant du gaz de la surface dans les deux cas et ainsi de suite pour une foule de facteurs ; il faudrait connaître tout cela pour se rendre compte de l'effet, comme température, du Soleil de 47 degrés sur la Terre d'autrefois ; mais cela n'est nullement nécessaire pour prouver ce que je viens d'avancer comme action inutile au but cherché à l'époque quaternaire. En effet, il saute aux yeux que la quantité de calorique transmise alors aux régions polaires l'était au détriment de celle transmise aux régions équatoriales. La somme de chaleur fournie depuis cette époque peut être considérée comme ayant toujours augmenté, puisque la chaleur du Soleil provient précisément du travail mécanique de la concentration et que cette concentration continuera jusqu'à ce que l'astre soit devenu liquide, ce dont il est probablement, vu sa faible densité, encore fort éloigné.

Mais en fournissant de moins en moins de sa chaleur aux régions polaires, le Soleil, en se concentrant et devenant par le fait de ce travail de concentration plus chaud et actif là où il agissait, fournissait donc de plus en plus de la chaleur aux zones torrides et équatoriales, et aujourd'hui il leur en fournit donc évidemment le maximum de ce qu'il leur en a jamais donné (fig. 10).

Or, la masse des vapeurs d'eau produites par le Soleil dans ces chaudes régions serait donc actuellement un maximum ; mais, chose curieuse, ces vapeurs avec les mêmes condenseurs polaires et montagneux

que ceux de l'époque glaciaire, aussi étendus et froids qu'à cette époque, précisément à cause de la concentration solaire qui défavorise leurs latitudes, ces vapeurs, avec les mêmes appareils de réduction, ne produisent plus que des névés rachitiques et des glaciers minuscules comparés à ceux de jadis.

La force active du Soleil, comme production de vapeur, enrichit l'atmosphère des $\frac{45}{10000}$ de son poids, correspondant sur la Terre à une couche d'environ 5 centimètres d'eau, et ce n'est pas avec une base aussi minime de rotation de vapeur, nourricière aujourd'hui des précipitations aqueuses et neigeuses, qu'il faut assurément tenter de vouloir expliquer les grands phénomènes quaternaires et glaciaires.

Lès massifs montagneux ont vite fait chaque année, comme je l'ai dit dans ma précédente communication sur la phase jovienne, pour réduire par condensation les vapeurs produites, et la saison sèche succède partout rapidement et longuement à celle des pluies.

Le Soleil agrandi, mais déjà dans un état très concentré, n'a pu produire d'action calorifique utile et agissante sur la Terre en voie de refroidissement, que lorsque la chaleur propre et interne de celle-ci ne l'emportait pas en intensité sur celle lui arrivant de l'astre central, cela est incontestable. Jusqu'à cette époque, il n'y eut donc pas de saisons possibles à la surface de la Terre.

Lorsque la croûte terrestre avait une température de 300 à 500 degrés, par exemple, limites entre lesquelles la vapeur d'eau put se réduire en eau et occuper le sol terrestre, grâce aux formidables pressions des vapeurs atmosphériques de l'époque, le Soleil ne donnait alors assurément aucune chaleur à

la Terre qui n'avait que faire d'un appoint calorifique qui ne lui eût pas même valu comme aujourd'hui¹ une température moyenne générale d'environ 15 à 16 degrés, soit le trentième environ du calorique qu'elle possédait alors en propre à sa surface. Ce fut là la fin de l'époque primitive, alors que les gneiss et les micaschistes, c'est-à-dire les roches cristallines et feuilletées étaient en voie de formation sous l'influence des deux agents, chaleur interne et mers très chaudes.

Lorsque la température de la croûte terrestre et de ses eaux descendit à 50 degrés et au-dessous et que la vie put apparaître, l'apport calorifique utile fourni par le Soleil ne dut pas être plus considérable. Pendant l'époque des terrains primaires, la Terre se passa donc aussi d'un apport de chaleur équivalant à peine au quart ou au cinquième de sa température superficielle propre.

Avant de dire, comme le prétendent certains géologues, qu'aussitôt après la solidification de la première croûte terrestre, la transmission de la chaleur interne devint presque nulle¹, il faudrait établir d'abord la quantité de cette chaleur, puis dire par où a passé ce calorique des 70 000 mètres d'écorce terrestre réduite, comme température, à presque 0 degré à sa surface et dont la masse primitivement liquide est devenue solide, ce qui suppose une perte de quelques mille degrés en moyenne.

Cette perte de chaleur s'est donc effectivement produite peu à peu, laissant l'écorce terrestre dans les conditions thermiques actuelles. Après les 40 à 50 degrés de chaleur, la température de la surface est descendue à 30, à 25 degrés et, plus tard, à

¹ De Lapparent, géologie, page 1464.

20 degrés, et ainsi de suite. Est-ce montrer une hardiesse bien extraordinaire que d'attribuer ces dernières températures aux époques secondaire, puis tertiaire qui ont suivi l'époque primaire? Le peu de conductibilité des couches terrestres ne prouve pourtant pas l'absence de conductibilité, mais seulement que la masse énorme de calorique intérieur qui a disparu a mis un temps très long à s'en aller, en maintenant égale d'un pôle à l'autre la température de la surface de la Terre pendant de très longues périodes de temps. Cela s'est produit tant que la chaleur du Soleil n'a pu, faute de puissance, rompre cet équilibre par l'apport de sa chaleur si inégale suivant les latitudes.

Enfin est arrivée cette période critique de la fin du tertiaire, qui devait fatalement se produire, où le refroidissement interne de la croûte, activé au pôle par le manque d'appoint en calorique solaire, était ralenti dans les zones torrides et équatoriales par l'apport d'un calorique solaire relativement considérable et qui, peu à peu, a remplacé à la surface l'apport décroissant de chaleur interne.

Nous avons déjà vu et nous verrons encore, à propos de la formation des vapeurs d'eau, que c'est sollicitée par des actions mécaniques dues à cette inégalité de chaleur interne, que la croûte terrestre a dû subir ces formidables actions orogéniques de l'époque tertiaire, dont jusqu'ici les géologues n'ont su, pas davantage que pour celles de l'époque primaire, expliquer le *comment* et le *pourquoi*.

L'admirable théorie de la formation des mondes de Descartes, non moins admirablement corrigée et complétée par Laplace, rend compte non pas seulement de la concentration du Soleil, que l'on invoque aujourd'hui

pour expliquer l'absence de saisons sur la Terre aux époques anciennes de notre globe, mais aussi la concentration des éléments de notre planète, qui explique bien mieux que le système précédent basé sur le Soleil : 1^o les décroissances de la température aux diverses époques géologiques ; 2^o les actions orogéniques, ainsi que leurs dates forcées dans l'histoire des révolutions de notre planète ; 3^o l'impuissance du Soleil, jusqu'à une certaine époque, à pouvoir faire régner sur la Terre le système météorologique des saisons dont il est la cause ; 4^o enfin les phénomènes si étranges de la période quaternaire et glaciaire.

En résumé, le Soleil, quelque agrandi fut-il, a toujours opéré comme aujourd'hui inégalement sur la Terre, vu l'obliquité de son orbite sur l'écliptique ; les saisons se sont toujours produites, d'abord à la surface de l'atmosphère, puis plus bas, se rapprochant de la surface terrestre au fur et à mesure que la chaleur interne diminuait, enfin sur cette surface même lorsque la chaleur interne ne supplanta plus celle du Soleil. La concentration du Soleil dans ses phases de prolixité a pu aider à favoriser la Terre de différences de température moins grandes entre les saisons là où celles-ci régnaient, mais elle n'a jamais été la cause de leur absence primitive.

La vraie et grande cause est conséquemment tout autre.

Donc impuissance complète comme formation extraordinaire et exceptionnelle de vapeur, tel est, au point de vue de la théorie des glaciers quaternaires, le résultat du système Blandet.

On objectera peut-être que l'époque des grandes formations de vapeurs et de neige correspondait au

moment où le Soleil agrandi chauffait encore de plus grandes surfaces sur la Terre et y produisait donc plus de vapeurs qu'aujourd'hui.

Mais, plus les régions polaires étaient chauffées, plus les condenseurs l'étaient et moins ils rafraîchissaient l'air, ce qui est prouvé par ce qui se passe actuellement avec les condenseurs en hiver et en été; les deux choses sont incompatibles, car il suffit d'une très petite augmentation de la température moyenne pour mettre les glaciers en retrait. Il serait vraiment étrange que la région polaire, aujourd'hui abandonnée par le Soleil pendant six mois et ne condensant de vapeur en neige que ce qu'elle condense actuellement, eût pu en condenser davantage sous forme de neige avec l'action d'un Soleil chauffant cette même région annuellement pendant deux ou trois mois de plus. La longueur annuelle de temps pendant laquelle les abondantes vapeurs fussent tombées en eau au lieu de tomber en neige eût augmenté, et voilà tout.

En résumé, si le système d'un Soleil agrandi et en voie de concentration pouvait, à la rigueur, expliquer jusqu'à un certain point une égalité partielle des climats de l'époque primaire et secondaire, il est radicalement impuissant à expliquer les précipitations de l'époque glaciaire, car si sa force vaporisante était suffisante, il chauffait par contre trop les condenseurs et les régions froides pour y provoquer la chute des vapeurs sous forme de neige, élément nécessaire à la formation des immenses glaciers de l'époque.

Autres systèmes divers.

Je ne m'étendrai pas sur les innombrables hypothèses émises pour expliquer le phénomène glaciaire.

En général, ce qui a préoccupé les chercheurs, c'est le froid; ils pensaient et croyaient que le phénomène était dû à un refroidissement de la Terre, vu la basse température qui régnait alors, envahissait peu à peu des régions tempérées, surprenait même des troupeaux de mammouths et d'autres animaux dont les restes se trouvent ensevelis dans les amas de glace du nord de l'Asie, etc., etc.

En cela, ces naturalistes confondaient l'effet avec les causes. C'est l'accumulation des glaces qui a refroidi les contrées occupées par les glaciers et rafraîchi par la fusion des glaciers les mers et leurs lits sous-marins, activant ainsi presque partout le refroidissement de l'écorce terrestre.

Ce refroidissement mit fin à l'abondante provision des vapeurs nécessaires pour alimenter les précipitations neigeuses; et ces précipitations, agents nourriciers des névés, devenues insuffisantes pour compenser la fusion due à l'action solaire, la grande période glaciaire prit fin en se réduisant, faute de vapeurs alimentaires, aux minuscules glaciers contemporains.

La preuve de ce que j'avance est facile à faire; en effet, les condenseurs actuels suffisent pour condenser en très peu de jours tout ce que le Soleil produit actuellement de vapeurs, et l'air saturé est assurément l'exception dans la masse atmosphérique. Une diminution de température diminuerait l'évaporation

des mers au lieu de l'augmenter et, en outre, la tension de la vapeur diminuerait aussi ; par suite, une même différence de température entre l'air chargé et celui des condenseurs produirait une condensation bien moindre de vapeur d'eau.

Entre 20 et 10 degrés, la perte de tension est de $17^{\text{mm}},363 - 9^{\text{mm}},139 = 8^{\text{mm}},224$; entre 30 et 20 degrés, cette perte est de $31^{\text{mm}},509 - 17^{\text{mm}},363 = 14^{\text{mm}},146$, presque deux fois plus forte, et comme le poids de vapeur croît considérablement avec sa tension, on voit immédiatement qu'un abaissement général de température irait à l'encontre d'un accroissement de vapeurs condensées et, par suite, il renverse les hypothèses suivantes :

a) Refroidissement dû à la précession des équinoxes (qui produit 36 jours d'été de plus dans un hémisphère en défaveur de l'été de l'autre).

b) Taches du disque solaire, neutralisant ses effets calorifiques complets.

c) Déplacement de l'axe terrestre, changeant les régions polaires.

d) Changement de direction du Gulf Stream, n'amenant plus la chaleur au nord.

e) Rupture de l'isthme de Panama, produisant le même effet.

f) Submersion du Sahara, rafraîchissant l'atmosphère.

g) Traversée d'espaces célestes très froids, abaissant la température sur toute la Terre.

Toutes ces hypothèses ne peuvent, pour les raisons indiquées, être acceptées et ne sont pas capables de résoudre la question.

La question ne peut trouver sa solution que dans un accroissement de production de vapeur d'eau suffisant pour faire travailler les condenseurs actuels avec toute leur puissance, comme autrefois.

Il ne reste donc dans cette direction que les systèmes : 1^o de la chaleur centrale ; 2^o du Soleil agrandi, système Blandet ; 3^o ou enfin la production volcanique des vapeurs, système auquel se rallie M. Hermites.

Nous avons vu ce qu'il fallait penser du second ; il reste donc celui de l'action volcanique en concurrence avec celui de la chaleur centrale.

Or, chacun sait que la précipitation de la vapeur d'eau des volcans se produit généralement dans leur voisinage, et la situation des volcans, soit anciens, soit actuels, ne saurait expliquer l'extension des glaciers là où elle s'est produite. En effet, tandis que les Andes, massifs montagneux très élevés et riches en volcans, ne présentent aucune trace d'extension considérable de grands glaciers ; les Alpes, où les volcans furent toujours inconnus, ont présenté le phénomène glaciaire sur une immense étendue.

Les 300 volcans actuels, quelque formidables que soient parfois leurs éruptions, sont absolument impuissants à modifier le régime climatérique, non pas du globe, mais même celui des contrées voisines et, fussent-ils en nombre décuple, leur influence serait absolument insignifiante.

Comme nulle part on ne trouve trace d'un nombre assez considérable de bouches volcaniques pour expliquer la période glaciaire, il est donc permis de reléguer cette hypothèse au rang des autres.

Je n'étendrai pas outre mesure cette communica-

tion en examinant un à un et en détail les systèmes réfrigérants que je viens de rappeler, imaginés pour expliquer la période glaciaire, je ne ferais que répéter ce que l'on trouvera dans les publications sur la matière, notamment dans l'ouvrage récent de M. Falsan (*La période glaciaire*) qui en fait l'historique, les résume le mieux, et réduit toutes ces hypothèses à leur juste valeur.

Tous ces systèmes ne résolvent donc pas le problème de la formation des masses de vapeurs qui ont d'abord alimenté par condensation les courants d'eau quaternaires, puis provoqué la formation des immenses amas de neige et de glace de l'époque, amas qui couvraient le $\frac{1}{10}$ au moins de l'hémisphère boréal.

L'imagination de chercheurs à vouloir trouver absolument les causes d'un froid excessif était-elle au moins justifiée par la nécessité de ce surcroît de froid ? Pas le moins du monde, ainsi que je vais le démontrer dans le chapitre suivant, en prenant pour base ce qui se passe aujourd'hui et ce qui devait se passer alors avec les mêmes massifs de condensation.

De la condensation des vapeurs en eau et en neige.

Formation des massifs glaciaires.

La quantité de vapeur d'eau contenue dans un mètre cube d'air saturé diminue considérablement avec la température. Il en est de même des tensions.

Ainsi, à diverses températures, un mètre cube d'air à la pression atmosphérique ordinaire est saturé en grammes de vapeur avec tension de mercure, comme suit :

A	0° l'air est saturé p ^r	^g 5,2	avec tension de	^{mm} 4,56
	5° » »	7,2	» »	6,50
	10° » »	9,5	» »	9,13
	15° » »	12,83	» »	12,67
	20° » »	16,78	» »	17,36
	25° » »	22,01	» »	23,51
	30° » »	28,51	» »	31,50
	35° » »	37	» »	41,78
	40° » »	46,40	» »	54,86
	45° » »	58,60	» »	71,36
	50° » »	72	» »	91,97
	60° » »	105	» »	148,88
	70° » »	141	» »	233,30
	80° » »	199,24	» »	369,50
	90° » »	251,34	» »	525,46
	100° » »	295	» »	760

Ce tableau permet de suivre assez exactement ce qui s'est passé aux diverses époques géologiques en matière de condensation de vapeur d'eau.

Condensations de l'époque primitive.

Pendant l'époque primitive, la vapeur d'eau de l'atmosphère put finalement, après la précipitation de la grande masse des vapeurs d'autres corps, commencer par se condenser et former les premières mers d'eau très chaude, en laissant cependant dans l'atmosphère la majeure partie de l'eau en vapeur. La tension de cette vapeur devait être énorme; à 412 degrés, la vapeur d'eau ne se condense plus et reste en vapeur à n'importe quelle pression sous

laquelle les physiciens ont pu jusqu'ici opérer, mais ces pressions d'expérimentation ne sont rien en comparaison de celles qui devaient exister dans l'atmosphère, lors des premiers âges géologiques.

L'eau des mers de 4000 mètres de profondeur en moyenne représentait originairement sur la surface du globe, en vapeur, près de 300 atmosphères de pression à elle seule. L'atmosphère contenait encore alors tout l'acide carbonique correspondant à une trentaine d'atmosphères; elle contenait aussi des bromures, des chlorures, des fluorures, ainsi qu'une foule de vapeurs sulfureuses et d'autres corps dont la température élevée de la croûte terrestre ne permit la précipitation qu'au fur et à mesure de sa diminution d'intensité.

C'est le moment de rappeler le développement pris par l'acide carbonique, dont la chaleur spécifique est de 0,184, comparée à celle de l'eau prise pour unité, et qui, aujourd'hui, au total, serait représentée par une couche de charbon uniformément répartie sur la Terre de moins de 2 millimètres d'épaisseur (car l'atmosphère n'en contient en poids que $\frac{5}{10000}$ contre $\frac{45}{10000}$ de vapeur d'eau). M. Hermite donne, comme poids du carbone existant dans l'air avant l'époque houillère, 1000 kilog. par mètre carré, correspondant en acide carbonique à 730 fois $\frac{5}{10000}$ ou $\frac{1}{3}$ d'atmosphère. Mais à ce chiffre il faut ajouter celui des masses calcaires formées depuis, soit celui d'au moins 1000 mètres d'épaisseur calcaire renfermant $\frac{275}{625}$ d'acide carbonique, soit plus du $\frac{1}{3}$ de leur poids: en défalquant l'eau de carrière et les matières mélangées à compter pour $\frac{1}{2}$ il reste au moins $\frac{1000}{2} \times 2000 \text{ kilog.} \times \frac{1}{3} = \frac{2000000}{6} = 333\,333 \text{ kilog.}$ par

mètre carré, soit plus de 30 atmosphères de pression¹.

L'influence du Soleil ne se faisait sentir que sur les couches supérieures de cette atmosphère très dense et épaisse, et si elle y provoquait quelques courants aériens, ceux-ci n'avaient assurément aucune action dynamique sensible sur les couches inférieures.

Les précipitations d'eau de cette époque ne peuvent donc en général résulter que du refroidissement par radiation du système atmosphérique et l'eau condensée dans les hautes régions dut, pour sa grande masse ou sa majeure partie, se résoudre de nouveau en vapeur dans les régions basses et chaudes pour remonter derechef dans les régions élevées en enlevant ainsi et portant à la surface de l'atmosphère une masse de calorique qui s'y perdait là plus aisément que dans les couches inférieures, la radiation y étant plus facile et plus active.

J'ai exposé dans ma communication sur la phase jovienne en géologie que l'association et la dissociation des corps fut l'agent qui transmet le calorique interne à la surface de la masse cosmique en voie de concentration; à l'époque géologique primitive, ce fut l'évaporation et la condensation de la vapeur d'eau qui en fut l'agent transporteur principal.

La température de l'atmosphère en voie de diminution rapide régla la tension de la vapeur d'eau et provoqua peu à peu la condensation et la chute de

¹ Ce chiffre n'a de valeur que si le carbone des masses calcaires ne dérive pas de la décarburation de masses carburées en fusion sous l'action oxydante de l'eau de pénétration introduite par les innombrables fissures des premières couches solides de l'écorce terrestre. Cette production d'acide carbonique aurait ainsi pu avoir lieu à diverses reprises et enrichi l'atmosphère peu à peu et non d'une seule fois.

tout ce qui excédait la saturation correspondant à ces températures.

Condensations de l'époque primaire.

A l'époque primaire, la croûte terrestre ayant acquis une épaisseur suffisante, les affaissements de celle-ci se produisirent pour combler les vides laissés entre elle et la masse pâteuse interne ; les efforts orogéniques furent favorisés par l'introduction de l'eau des mers dans les profondeurs de la masse craquelée, et il se forma des massifs surélevés assez considérables, mais dont l'altitude, comparativement à celle de nos montagnes actuelles, fut modérée. La croûte effondrée ou soulevée était encore peu épaisse et les fractures peu distantes les unes des autres. Ces massifs soulevés et devenus condenseurs par leur refroidissement agissaient alors sur des couches d'air et de vapeurs à températures relativement énormes, peut-être 50 degrés à la surface de la Terre ; les moindres différences de température de l'air occasionnaient des diminutions de tension considérables, correspondant à des chutes d'eau très abondantes. Je l'ai déjà indiqué précédemment par des chiffres. C'est à cette époque que les mers continuent par conséquent à augmenter jusqu'à atteindre presque leur volume d'eau définitif.

L'action du Soleil, motrice des courants aériens, se fait sentir dans des couches atmosphériques de plus en plus basses et accessibles aux condenseurs montagneux récemment formés ; l'action résolutive de

ceux-ci sur la vapeur d'eau fut donc favorisée par les courants et devint, par suite, très considérable.

Cette condensation de vapeur d'eau, par suite de la température relativement élevée de l'atmosphère saturée et de l'action de condenseurs travaillant, grâce aux courants aériens, sur des arrivages d'air si riches en vapeur, explique la puissance des courants d'eau de l'époque et la formation des roches arénacées de cette période.

La masse des vapeurs réparties presque uniformément partout avant l'époque primaire est, grâce aux condenseurs de cette époque, considérablement diminuée, le refroidissement par radiation dans les zones polaires atteignant, vu l'action inégale du Soleil, des couches atmosphériques plus basses, accentua encore l'action des courants, et, par suite, des condenseurs.

Toutefois, l'action des condenseurs diminue d'intensité avec l'abaissement général de la température; entre 60 et 40 degrés, les condenseurs précipitaient, par exemple, 589,60 d'eau par mètre cube d'air saturé rafraîchi, alors qu'entre 40 et 20 degrés, par exemple, cette précipitation n'était plus que de 299,62, différence 100 %.

Condensations de l'époque secondaire.

A l'époque secondaire, on a une diminution des précipitations de l'eau atmosphérique, car elle est réduite du côté des condenseurs, trop peu élevés pour entraîner, avec des températures moins fortes que pendant l'époque primaire, les chutes d'eau considérables de cette dernière époque. Les courants d'air dus au

Soleil travaillent comme pendant la fin du primaire, mais ne mélangent plus, à la hauteur des condenseurs, que des couches d'air plus froides, et dont les différences de température sont moins agissantes, comme précipitations de vapeurs; dès lors, les condensations sont réduites et moins importantes. La vapeur de l'air saturé des couches basses de l'atmosphère est moins pompée et aspirée, faute d'activité dans les condensations. Il eût fallu des condenseurs plus élevés, affectant des couches à températures plus différentes, pour produire de grandes précipitations et activer la rotation entre la formation des vapeurs et leur réduction en eau. De là, je le répète, ce climat tempéré de l'époque secondaire, mais, selon moi, non sec comme beaucoup le prétendent.

Les partisans du Soleil, système Blandet, se fondent aussi sur l'apparition aux époques précédentes, primaire et secondaire, de certaines espèces de la flore qui aiment l'ombre et une lumière modérée, pour en conclure que leur Soleil agrandi, à la lumière diffuse, fut naturellement, en raison de cette diffusion, la cause du développement de ces végétaux.

Mais est-ce que la grande hauteur ou épaisseur de l'atmosphère à l'époque primaire, chargée probablement encore d'une quantité de vapeur d'eau correspondant à plusieurs atmosphères de pression, ainsi que d'une masse encore énorme d'acide carbonique, absorbée plus tard par la formation des houilles, lignites et calcaires des masses sédimentaires postérieures, enfin chargée peut-être d'autres gaz, est-ce qu'une atmosphère pareille ne devait pas produire l'effet d'un brouillard épais, rendant diffus les rayons

lumineux du Soleil, tout en absorbant dans les hauteurs ses rayons caloriques obscurs.

A l'époque secondaire donc, les condensations étaient réduites comparativement à ce qu'elles étaient à l'époque primaire, mais ce n'est pas faute de production possible de vapeur d'eau, puisque la chaleur régnante était encore considérable et presque égale du pôle à l'équateur, que la décroissance de la température du bas au haut de l'atmosphère devait, comme toujours, favoriser la montée de l'air chaud saturé, et qu'enfin, dans les hautes régions, sous l'action solaire, les courants eussent pu transporter cette vapeur vers les condenseurs qui l'eussent absorbée. C'est donc la puissance de ces condenseurs qui était réduite, faute d'altitude et, par suite, d'action efficace sur des couches d'air à températures assez différentes. Tout cela s'explique assurément jusqu'ici avec autant de simplicité que de clarté.

Condensations de l'époque tertiaire.

Les premières périodes du tertiaire sont la continuation du secondaire sous le rapport des condensations, tant que l'écorce terrestre n'est sollicitée d'un pôle à l'autre que par des efforts thermiques presque uniformes d'abaissement de température; il y eut même calme dans la formation et la précipitation des vapeurs d'eau.

Mais, dès le milieu du tertiaire, les apports du calorique interne deviennent insuffisants pour alimenter les pertes de la radiation dans les contrées polaires, tandis qu'à l'équateur, où la perte est neutralisée par l'action solaire qui y agit avec toute sa

puissance, la perte de calorique interne est moindre, plus lente; l'air y est encore toujours chargé d'un épais matelas de vapeurs dues à ces deux actions calorifiques travaillant les mers.

Cet écart, de plus en plus considérable dans les actions calorifiques sur la croûte terrestre, provoque des efforts de dilatation, de tension et même de torsion, sur lesquels je n'ai pas à revenir, efforts auxquels la croûte, cependant très épaissie par la sédimentation et le refroidissement, ne résiste pas.

Les actions orogéniques recommencent avec plus d'intensité que pendant l'époque primaire. Les dislocations une fois produites, la force centrifuge qui anime notre planète active ou provoque également des déplacements de matières dans le sens vertical; un nouvel arrangement des terres et des mers devient nécessaire à l'équilibre de la masse agitée.

Des massifs montagneux très élevés prennent naissance, en raison même de l'épaisseur si grande de la croûte solide du globe, et des efforts souterrains sont engendrés dès les premières dislocations par la tension des vapeurs dues à l'eau de pénétration. Dès ce moment, tout va changer et la plus formidable révolution que le globe ait subie, au point de vue de son relief et au point de vue climatérique, va se produire. Au lieu d'une sédimentation régulière s'opérant partout paisiblement, sans grandes perturbations, ce que démontrent la flore et la faune, à peu près les mêmes partout, de l'époque secondaire et du commencement du tertiaire, la fin de cette dernière époque nous présente cataclysme sur cataclysme, des soulèvements multiples et considérables, enfin la formation de condenseurs montagneux gigantesques.

La zone marine équatoriale et torride aux eaux chaudes dans toute leur profondeur, d'une part, encore sous l'action de la chaleur interne qui s'y est moins vite usée que dans les régions polaires, d'autre part, sous l'action du Soleil y agissant extérieurement comme aujourd'hui, avec une grande intensité, cette zone est susceptible de fournir une masse indéfinie de vapeurs, quelle que soit l'absorption provoquée par les nouveaux condenseurs montagneux.

En effet, les régions polaires presque sevrées de tout arrivage notable de chaleur interne, maigrement dotées par la radiation solaire, ajoutent leur action de condensation à celle des montagnes gigantesques nouvellement formées et le régime des formidables précipitations de cette fin d'époque tertiaire et de l'époque quaternaire prend définitivement naissance.

Ces précipitations de vapeur d'eau étaient aussi énormes en intensité qu'actives à dévorer le maigre calorique encore amené dans ces régions polaires, soit par voie interne, soit par voie solaire; en effet, l'eau, pour se vaporiser dans les régions équatoriales et torrides, dévorait de la chaleur à la Terre et au Soleil, et ne rendait, comme nous le verrons plus loin, absolument aucune trace de ce calorique à la Terre, là où elle allait se précipiter en neige.

Tels sont, selon moi, les simples faits qui expliquent toute l'histoire de la formation glaciaire.

Revenons maintenant à la perte de chaleur :

Admettons que la vapeur dans la zone équatoriale se soit formée à la fin du tertiaire à 50 degrés, par exemple : son poids par mètre cube était de 72 grammes et sa tension de 91 millimètres de mercure. L'air saturé contenant cette vapeur était sollicité à monter

dans les hautes régions et à prendre dans les courants qui y conduisaient la route des régions où sa vapeur était dévorée et précipitée par condensation ; cette vapeur perdait dans ce trajet considérable sa chaleur par rayonnement et sa densité par expansion et diminution de pression.

Les 72 grammes de vapeur à 50 degrés arrivaient ainsi peu à peu dans les régions polaires, répartis par exemple dans 8 mètres environ d'air saturé à 10 degrés, et renfermant chacun 9 grammes d'eau à la tension de 9^{mm} de mercure. Les 72 grammes de vapeur à 50 degrés étaient donc réduits par l'expansion à huit fois 9 grammes de vapeur, soit 72 grammes à 10 degrés : perte 40 degrés en route. Arrivée au condenseur, la vapeur d'eau, pour se condenser, ne perdait pas sa chaleur de vaporisation sur la Terre en réchauffant celle-ci, mais bien dans sa chute, vu le long trajet à parcourir dans les espaces célestes, avant d'arriver à la Terre. Donc, premier point : perte complète de chaleur originelle de la vapeur pendant son trajet horizontal et sa chute verticale.

J'ai supposé, pour ne pas compliquer les choses, que les 72 grammes d'eau étaient conservés jusqu'au point extrême d'arrivée dans leur volume primitif d'air dilaté, mais ce n'est pas ainsi que les choses se passaient réellement. Il pleuvait ailleurs aussi bien que sur les condenseurs, car si, par des mélanges avec de l'air des hautes régions, un mètre cube d'air à 50 degrés et 72 grammes de vapeur se mélangeait, par exemple, avec deux volumes égaux d'air à 20 degrés saturés à 16^g,78 de vapeur, on avait alors sensiblement trois volumes d'air à 30 degrés en moyenne, avec une saturation de 28 grammes d'eau par chaque

mètre cube, soit 74 grammes au lieu de $72 + 2 \times 16,78 = 105,5$ grammes que possédaient avant le mélange les trois volumes réunis; la différence se résolvait alors en pluie sur le trajet. Si ces mélanges d'air ne s'effectuaient pas en route, c'était avec l'air froid voisin des condenseurs montagneux qu'ils s'opéraient, et en raison des différences de tension qui en résultaient, il se produisait ainsi des chutes d'eau ou de neige d'autant plus considérables sur ces montagnes.

Jusqu'ici, on s'explique donc aisément la masse des précipitations d'eau de la fin du tertiaire et du quaternaire par la continuité de production dans les régions équatoriales des vapeurs dues à deux causes thermiques indiscutables, et par l'action des condenseurs formidables des régions tempérées en même temps que par celle des régions polaires définitivement refroidies par la disparition de la chaleur interne; mais ce qu'on s'explique plus difficilement, c'est la production des masses de neige et de glace, qui furent le résultat de ces chutes d'eau à une époque plus chaude que la nôtre.

A cet égard, ce qui se passe actuellement dans les glaciers va nous renseigner suffisamment, et, en l'appliquant aux conditions des précipitations de l'époque quaternaire, nous aurons alors la clef du mystère.

La production des vapeurs était alors perpétuelle été et hiver, du fait de l'une des sources de chaleur, celle interne, qui était presque fixe; du fait de la chaleur solaire, la production était variable comme aujourd'hui, en plus dans un hémisphère, aux dépens de sa production dans l'autre, ou vice-versa, sauf aux équinoxes. Or, nos glaciers actuels sont alimentés et entretenus, parce que pendant les six ou huit mois

de l'année, suivant les altitudes, il tombe de la neige au lieu de pluie, sur les hauteurs qui portent leurs névés alimentaires; mais cette neige est limitée en quantité par la vapeur d'eau, limitée elle-même par l'action variable du Soleil, et chose naturelle, les glaciers croissent ou décroissent suivant qu'il tombe plus ou moins de neige pendant un certain nombre d'années consécutives. Pour la croissance des glaciers, il faut des années à hiver humide; un cycle d'hivers secs produisant moins de neige vaut aux glaciers actuels une période de décroissance.

Toute la question consiste à savoir si en hiver l'action du Soleil, formateur des vapeurs à l'équateur et, par suite, des neiges, l'emporte ou non pendant quelques années sur l'action du Soleil ablateur des glaciers en été.

Si donc nous avions uniquement des années à hiver humide, les glaciers actuels croitraient indéfiniment et reprendraient peu à peu et sans s'arrêter une extension considérable; leur accroissement deviendrait énorme, les massifs montagneux seraient rapidement couverts, et les hautes vallées seraient remblayées totalement par des amas de neige incessants; finalement, il n'émergerait plus de la masse montagneuse que les hauts sommets et l'action du Soleil sur la partie pierreuse des massifs disparaissant, l'envahissement de la région par un froid persistant en serait la conséquence. Le Soleil userait alors toute sa force et sa puissance sur la masse neigeuse et glacée, pour produire uniquement une fusion superficielle, engendrant des séracs et finalement de la glace en voie d'écoulement. Dès le moment où le terrain, suffisamment caché du massif glaciaire, ne serait

plus attaquable par les rayons solaires, l'accroissement du glacier serait considérablement accéléré. Or, avec la formidable production perpétuelle de vapeurs vers la fin du tertiaire et au début du quaternaire, il suffit relativement de peu de temps, une fois les condenseurs créés, pour arriver à ce recouvrement des terres et montagnes par l'abondante neige des hivers, et atteindre ce moment où l'action du Soleil s'usait en ces lieux, non plus à chauffer de la masse minérale rocheuse, et à y emmagasiner de la chaleur, mais simplement et uniquement à transformer les névés en fleuves de glace. C'est, à mon sens, on ne peut plus concluant et simple; il ne faut pas oublier que le calorique absorbé pour réduire 1 kilog. de neige en eau à 0 degré est de 79 calories, calorique entièrement usé en pure perte comme valeur réchauffante de la masse, cette eau à 0 degré ne restituant plus jamais aux mers, dans lesquelles elle se rendait, le calorique latent usé pour produire le changement d'état.

Voilà pour la période croissante des glaciers.

Voyons maintenant l'apogée du phénomène et sa période de décroissance ou de son déclin final.

Tant que la chaleur centrale put, en hiver, par son appoint d'action réchauffante et vaporisante sur les mers, contrebalancer la diminution de production de vapeur due au Soleil pendant son action minimum dans l'hémisphère boréal, et y suppléer, de manière à neutraliser largement, par d'abondantes chutes de neige, l'action ablative du Soleil pendant l'été dans le même hémisphère, la période glaciaire fut en voie d'accroissement, et vice-versa pour l'hémisphère austral.

Lorsque l'action décroissante de cette chaleur centrale ne fit plus en hiver, en matière de production de vapeur dans les contrées chaudes, que l'appoint nécessaire pour neutraliser la différence entre l'action du Soleil, productrice des vapeurs pendant la saison des neiges, et son action ablative pendant la saison chaude, les glaciers de l'époque arrivèrent à leur apogée et leur augmentation cessa.

Enfin, l'action décroissante de la chaleur centrale ne constituant plus qu'un appoint de plus en plus insuffisant pour neutraliser cette différence entre l'action du Soleil formateur en hiver des vapeurs et des neiges, et son action ablative en été, les glaciers décrurent peu à peu, faute d'une alimentation suffisante de leurs névés nourriciers, et ils furent réduits finalement aux minuscules et chétifs glaciers tels que nous les possédons et en jouissons aujourd'hui, alimentés qu'ils sont par le travail du Soleil seulement.

Ainsi donc, avec la chaleur centrale on explique toute la formation glaciaire avec une certitude incontestable, en se fondant sur des faits qui se passent sous nos yeux encore aujourd'hui, ou sur des lois physiques dont les opérations dans le domaine glaciaire, pendant cette intéressante période quaternaire, ne furent que l'application.

On conçoit la différence de probabilité, pour ne pas dire de certitude, entre les deux systèmes, celui du Soleil agrandi et celui de la chaleur centrale.

D'un côté, c'est-à-dire de celui du Soleil, augmentation fort problématique de vapeur en hiver, puisque pour l'affirmer, il faudrait être certain que sa plus faible énergie calorifique était suffisamment compen-

sée par la surface terrestre plus étendue sur laquelle il travaillait et produisait des vapeurs; en outre, échauffement des régions polaires et de leur atmosphère, ainsi que des condenseurs, fait venant à l'encontre de la formation et de la précipitation de neiges plutôt que de pluies abondantes.

De l'autre côté, régions équatoriales et torrides encore chauffées souterrainement par la chaleur interne, et superficiellement par le Soleil, et régions polaires presque indemnes des deux sources de chaleur: faits favorables tous deux à la fois à une production considérable de vapeur et à leur précipitation sous forme de neige en hiver.

Je termine cette défense du système de la chaleur centrale, à laquelle j'attribue le phénomène de la période glaciaire, par une figure graphique donnant d'une manière bien rudimentaire et très hypothétique pour les valeurs attribuées, une démonstration visuelle et schématique de ce que j'ai voulu dire (fig. 11):

Sur un axe horizontal représentons les époques géologiques, savoir:

Pour l'ère plutonienne, une longueur représentée par 30 millions d'années.

Pour l'ère primitive, une longueur représentée par 20 millions d'années.

Ces deux chiffres peuvent être quelconques, mais à coup sûr considérables.

Pour l'ère primaire, une longueur représentée par 15 millions d'années.

Pour l'ère secondaire, une longueur représentée par 4 millions d'années.

Pour l'ère tertiaire, une longueur représentée par 2 millions d'années.

Ces trois chiffres admis approximativement par divers géologues¹.

Pour l'ère quaternaire, une longueur représentée par 1 million d'années.

Au-dessus de l'axe figurent deux courbes, une des températures moyennes de la surface terrestre (courbe *a*), et une autre de la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère (courbe *b*).

En dessous de cet axe figurent également deux lignes, l'une *c* indiquant l'étendue des mers, l'autre *d* marquant les massifs émergés ou condenseurs montagneux.

La façon dont se comportent les quatre courbes rend compte de ce qui s'est passé aux diverses époques géologiques.

La courbe *a* des températures commence à — 273 degrés, zéro absolu, ascende à 8000 ou 9000 degrés pendant le maximum de chaleur plutonique, descend à la fin du primitif à 400 ou 500 degrés avec l'apparition de la courbe *c*, passe de l'ère primitive à l'ère primaire vers 130 degrés, arrive à 80 degrés, puis à 60, enfin au-dessous, date de l'apparition de la vie dans la première moitié du primaire, descend vers 40 degrés à la fin du primaire et s'infléchit de moins en moins, traverse le tertiaire et vers 30 degrés arrive au quaternaire et le franchit au-dessous de 20 degrés, aboutit enfin à l'époque actuelle, où la courbe reste horizontale vers 15 ou 16 degrés, température moyenne, grâce au Soleil, de la surface du globe².

¹ Voir de Lapparent, page 1466.

² Il s'agit ici de moyennes.

Passons à la courbe *b* des vapeurs d'eau.

La vapeur se forme pendant le plutonique par association de l'hydrogène et de l'oxygène dans les hautes régions de l'atmosphère, puis elle traverse le primitif sans diminution jusqu'à l'apparition de l'eau sur la Terre, point correspondant au commencement de la courbe *c* des mers; elle tombe ensuite très rapidement pendant le primaire, avec la croissance de la courbe *d* des massifs émergents et celle de la courbe *c* des mers.

Les condenseurs (courbe *d*) n'augmentant pas pendant le secondaire, la réduction des vapeurs (courbe *b*) cesse, et l'augmentation des eaux *c* également. Vient ensuite la recrudescence des vapeurs pendant la fin du tertiaire et le quaternaire, en raison des contacts de l'eau des mers avec les couches chaudes internes du globe, grâce aux ébranlements et aux soulèvements considérables de l'époque, indiqués par la courbe *d*. Puis chute formidable pendant la fin du quaternaire et réduction à la quantité fixe de $\frac{45}{10000}$ dans une atmosphère stable et définitivement débarrassée d'une saturation générale. C'est ce qui est indiqué par cette courbe dès le moment où elle passe sous la courbe des températures au point *s*. Avant *s*, saturation presque permanente; après *s*, disparition de cette saturation générale.

La courbe *c* de la masse des eaux et des mers commence par les premières précipitations de la fin du terrain primitif, lors de la formation des gneiss et des micaschistes, premiers terrains portant des indices de strates; de là cette courbe s'éloigne de l'axe horizontal jusqu'à l'époque secondaire, en raison de l'augmentation des précipitations de vapeur, et dès le

secondaire, plus d'augmentation sensible, si ce n'est à la fin du tertiaire et quaternaire, où la condensation finale des vapeurs saturant l'air achève de donner par une très faible augmentation leur volume définitif aux masses liquides des mers.

La courbe *d* des massifs de condensation commence un peu avant la précipitation des premières eaux; elle croît par soubresauts pendant le primaire, est stationnaire pendant l'époque secondaire, augmente prodigieusement pendant la fin du tertiaire et le commencement du quaternaire, décroît à peine à la fin de celui-ci par les érosions et dénudations, et reste presque fixe à partir de cette époque.

Il est regrettable que les courbes ne puissent en l'état des choses être établies exactement avec des échelles concordantes en valeur, cela faute de données suffisantes, et vu la masse considérable de recherches et d'expériences encore à faire.

Malgré cette incertitude, il n'en est pas moins vrai que, d'après les données déjà obtenues, l'allure générale des courbes peut être considérée comme exacte et démontre clairement que l'époque fin tertiaire-quaternaire fut naturellement et forcément l'époque des grandes précipitations neigeuses, vu le degré de la température suivant la latitude, vu la masse de vapeurs saturant l'atmosphère, vu l'intensité des condenseurs, tous facteurs dans les meilleures relations pour produire ce phénomène.

Partout ailleurs, l'un des facteurs fait toujours défaut, ainsi après le quaternaire il en manque deux; la température et les vapeurs sont en arrière, et, chose curieuse, ce n'est pas du froid qu'il faudrait pour reproduire la période glaciaire, mais de

la chaleur agissant là où les condenseurs seraient hors de sa portée ou de son influence. En cela, M. Falsan est bien d'accord avec la base de cette théorie, lorsque, citant à l'appui Tyndall, il dit, page 208 : « Rien n'est plus précis que le langage de Tyndall (*la période glaciaire*, page 151). Il était si naturel d'associer l'idée de glace à celle de froid que même des hommes célèbres ont admis que pour assurer un grand accroissement de nos glaciers, il ne faut autre chose que l'abaissement de la température du Soleil. S'ils avaient réfléchi, ils auraient probablement demandé PLUS DE CHALEUR et non pas moins, pour produire une ÉPOQUE GLACIAIRE. Ce qui est réellement nécessaire, ce sont des condenseurs assez puissants pour congeler la vapeur produite par la chaleur solaire. »

Ceci est admirable d'exactitude et il peut sembler naïf aux yeux des profanes de voir des savants de premier ordre réclamer de la chaleur pour produire de la glace ; mais cette naïveté ne le cède assurément en rien à celle de ces mêmes savants, qui réclament des condenseurs pour précipiter et congeler les vapeurs produites par le Soleil, alors que celui-ci est déjà si impuissant à alimenter et à nourrir les condenseurs actuels ordinairement inoccupés et qui par suite ne produisent que les maigres et chétifs névés et glaciers que nous connaissons de nos jours.

Le chapitre de l'ouvrage de M. Falsan, *Sur les conséquences d'une surélévation nouvelle des montagnes*, est à cet égard d'un illusionisme poussé à sa dernière limite (voir page 209).

Possibilité de transmission de la chaleur centrale
et quantité transmise au travers de l'écorce terrestre
à l'époque tertiaire.

Mes études ne sont point suffisamment avancées pour pouvoir étayer sur des chiffres précis et indiscutables la quantité de chaleur fournie par la croûte terrestre pendant la fin du tertiaire.

Toutefois, il est aisé de comprendre ce qu'un sol perpétuellement chaud à 30 degrés ou plus dans les contrées équatoriales et torrides devait communiquer de chaleur aux mers, et, par suite, activer l'évaporation. Si nos mers profondes, au lieu d'être à 0 degré comme c'est généralement le cas aujourd'hui, et cela précisément depuis l'époque glaciaire, où les courants glacés sous-marins ont pris naissance et ont été pendant longtemps les agents actifs du refroidissement de l'écorce terrestre dans les parties recouvertes d'eau ; si nos mers actuelles étaient à 30 degrés au fond et reposaient sur des bassins à pareille température, on peut se figurer aisément de combien l'action évaporante des eaux par le Soleil serait augmentée.

Le percement du Gothard a duré dix années, et jamais la température de 30 à 36 degrés des parois de son tunnel n'a diminué d'une minime quantité de degré de chaleur, de même au mont Cenis, à l'Arlberg, etc. Malgré une ventilation perpétuelle de plusieurs vingtaines d'années dans certaines mines et tunnels, jamais on n'a remarqué la moindre décroissance dans l'action rayonnante et réchauffante des parois de ces

excavations ou dans leur température ; il est donc bien permis de penser qu'une masse énorme comme la Terre, chauffée à la même température que les parois du Gothard et jusqu'à sa surface, qu'une masse pareille a dû fonctionner comme transmission calorifique avec la même intensité au moins que les dites parois, sur toute la surface de contact du fond des mers avec l'eau de celles-ci.

La croûte terrestre des trois quarts du globe était donc dans des conditions pareilles à celle des parois du tunnel du Gothard. On peut se représenter quel fourneau formidable cela devait constituer et quel travail monstrueux de production de vapeur cela devait opérer. Je me permettrai donc d'insister avec quelque détail sur cette question.

J'ai déjà donné les chiffres qui prouvent que la capacité en calorique d'un mètre cube de calcaire à 30 degrés peut chauffer 1350 mètres cubes d'air saturé à la même température. En admettant que le refroidissement de l'écorce ait pénétré à 70 kilomètres seulement et que la capacité calorifique de la masse soit seulement la même que celle du calcaire, de 0,200, on voit qu'une seule fois 30 degrés de chaleur perdue sur cette masse eût suffi pour produire 70 000 fois cette mise en température de 0 à 30 degrés de 1350 mètres cubes d'air contenant donc 28,5 grammes d'eau par mètre cube, c'est-à-dire ensemble 38,5 kilogrammes, soit $70\,000 \times 38,5$ kilog. d'eau, ou 2695 mètres cubes par mètre carré de surface terrestre ; c'est un cube correspondant presque aux trois quarts du volume moyen des mers.

Voilà la force thermo-climatérique de cette disparition de chaleur traduite en eau vaporisée. Or, comme

c'est la masse centrale qui a fourni cette chaleur, combien de fois ne l'a-t-elle pas renouvelée avant que la conductibilité devenue de plus en plus difficile ait réduit à presque zéro, comme ils le sont aujourd'hui, les arrivages à la surface de la chaleur des couches plus profondes qui en recèlent encore une si grande quantité.

De nos jours, la rotation annuelle entre l'évaporation des mers et la précipitation des vapeurs correspond à 10 mètres d'épaisseur environ au plus en moyenne, comme enlèvement de l'eau des mers dans les contrées où le phénomène de formation des vapeurs est le plus intense; par conséquent, une seule fois la perte de 30 degrés de chaleur des 70 kilomètres d'écorce terrestre a produit une évaporation sur la Terre entière, correspondant à celle maximum actuelle due au Soleil de 300 années au moins¹.

On voit immédiatement ce qu'avec le renouvellement de la chaleur, ou l'afflux dû à une sphère de 6366 kilomètres de rayon, chauffée à peut-être 3000 ou 4000 degrés, pour ne pas dire 8000 ou 9000 degrés, une croûte de 60 à 70 kilomètres d'épaisseur, soit $\frac{1}{100}$ de son rayon, a dû transmettre de fois 30 degrés de chaleur au travers de son épaisseur, avant d'en venir à ce qui existe aujourd'hui, où cet afflux à la surface est presque nul.

L'objection que les géologues mettent en avant à propos de la possibilité d'une influence interne sur la température uniforme de la Terre aux époques anciennes, où la chaleur était uniformément répartie, est fondée sur le peu de conductibilité de l'écorce

¹ Ce calcul fait en tenant compte de l'étendue proportionnelle des mers et de la surface du globe.

terrestre pour amener à la surface cette chaleur interne et par conséquent parer au refroidissement rapide de la surface.

D'abord, la conductibilité n'est point si faible qu'elle ne soit suffisante pour résoudre le problème; quelques expériences restent à faire pour pouvoir donner les résultats exacts du calcul, mais dans cette conductibilité faible et modérée réside précisément, comme je l'ai déjà démontré à propos de l'action solaire, la cause qui a rendu le phénomène de la vaporisation et des précipitations long et durable, et produit, par suite, les éléments utiles à la formation des glaciers de l'époque¹.

¹ Les géologues citent ordinairement, pour démontrer l'impuissance de conductibilité de l'écorce superficielle terrestre à transmettre la chaleur centrale à la surface, le fait que la lave incandescente se refroidit si lentement que sa croûte refroidie supporte la neige sans que celle-ci fonde très rapidement sous l'action de la chaleur perdue de la lave en fusion sous-jacente.

On est vraiment surpris que des arguments d'une pareille faiblesse puissent être avancés. Ces savants devraient au moins supputer la valeur des deux facteurs, cause de froid et valeur de la chaleur des quelques mètres d'épaisseur de la lave en question, et ils verraient tout de suite qu'il n'y a aucun rapport entre le eas indiqué et celui d'une Terre de 13 kilomètres de diamètre, ayant à sa surface une température supérieure à celle que le Soleil peut lui donner aujourd'hui et une atmosphère continuellement en contact avec cette masse chaude.

Dire qu'aucune transmission de chaleur ne peut être effective dans ces conditions, autant vaudrait prétendre qu'un poêle chauffé dans un appartement est incapable de chauffer l'air de cet appartement ou que les parois du tunnel du Gothard n'ont jamais chauffé l'air de cette galerie souterraine.

Pour une pareille masse chauffée à environ 30 degrés à l'équateur avec des mers chaudes, tandis qu'au pôle elle devint à la surface rapidement froide, la lenteur et la faible intensité de la conductibilité de la croûte terrestre sont précisément des arguments en faveur d'une longue durée du phénomène de l'égalité de température primitive sur la Terre et de sa lente disparition, et par conséquent expliquent aussi d'autant mieux celui de la phase glaciaire au lieu de l'infirmier.

Entre l'époque où la perte de chaleur interne se produisait partout avec la même intensité d'un pôle à l'autre, et celle où cette perte est devenue presque nulle comme aujourd'hui, il y a eu une période de transition, où la perte s'opérait encore à une température notable à l'équateur et dans la zone torride, alors qu'elle était devenue prématurément presque nulle et à température très basse aux pôles. C'est à cette période critique de transition que nous devons à la fois et suffisamment de vapeur d'eau d'un côté, et suffisamment de condensation de celle-ci pour alimenter les énormes glaciers d'autrefois.

Un phénomène semblable à celui de la période glaciaire exigeait nécessairement un temps très long, dont la faible conductibilité des matières composant l'écorce terrestre était le premier facteur, tandis que si la conductibilité eût été pareille à celle des masses métalliques centrales de la Terre, ce facteur eût manqué et la transition eût été trop courte. Si la période pendant laquelle la chaleur centrale persistante produisit des masses de vapeurs dans certaines zones, alors que son absence permit la condensation de ces vapeurs dans d'autres, si cette période eût été courte, elle n'eût produit que de rapides chutes d'eau, mais nullement les masses de glace accumulées pendant des siècles sur les condenseurs de l'époque.

Au reste, je reviendrai, je l'espère, bientôt avec des démonstrations chiffrées sur cette question.

La phase glaciaire a été une et non divisée en périodes distinctes et séparées; elle a été seulement variable en intensité.

La cause que j'indique des formations glaciaires une fois démontrée, la thèse que j'énonce ici n'en est plus qu'une conséquence.

La disparition de la chaleur interne aux pôles, longtemps avant sa disparition à l'équateur, l'arrivage dans cette dernière région de la chaleur interne, comme aussi l'action du Soleil, produisant lui-même extérieurement, par sa propre influence sur les mers, un surcroît de vapeurs, sont des faits obéissant à des facteurs fixes, continus et sans variation sensible autre que la décroissance progressive régulière de la chaleur interne. Dès lors, les effets de ces causes fixes et continues en décroissant régulièrement, devaient être eux-mêmes fixes, continus, et marcher parallèlement avec le phénomène de la décroissance.

Donc, du côté de la formation des vapeurs, pas de variations considérables possibles, mais de petites variations dues aux taches du Soleil ou à des causes refroidissantes météorologiques passagères, voilà tout.

Du côté des condenseurs, c'est autre chose. Le soulèvement des montagnes s'est fait par soubresauts et irrégulièrement, un massif par-ci, un massif par-là est surélevé, de même pour divers plateaux et vallées; les fonds de certaines mers s'étendaient, d'autres s'approfondissaient. L'érosion des massifs montagneux fut aussi un agent de variabilité, en déplaçant l'altitude moyenne des condenseurs.

Tous ces accidents et variations durent, en certaines régions, accélérer, détourner ou même suspendre les condensations glacées.

Le Soleil avait sans doute comme aujourd'hui non seulement ses taches, mais encore ses projections de matière incandescente faisant varier sa puissance calorifique et son influence électrique.

Pour toutes ces causes, le phénomène général glaciaire a subi des variations d'intensité parfois considérables, mais jamais une suppression complète.

Cela a été suffisamment démontré par MM. de Lapparent et Falsan, pour que je n'aie pas à en recommencer ici les démonstrations.

Recherchant dans le Soleil, qui est immuable, la cause de la formation des vapeurs et constatant la non disparition des condenseurs, puisqu'ils existent encore aujourd'hui, mais seulement leur variation de travail, les démonstrations faites par ces auteurs sont d'autant plus solides pour le système que je défends que, pour ce dernier, il s'agit d'une source de chaleur non existant encore et fixe comme le Soleil, mais d'une source qui a disparu peu à peu et régulièrement. Donc, ce qui *a priori* est vrai pour eux, avec leur Soleil agrandi, l'est *a fortiori* pour le système que je préconise.

Je n'en dirai donc pas davantage là-dessus et constaterai avec ces mêmes géologues que les dépôts de lignites trouvés entre deux formations de terrasses ou de moraines (faits sur lesquels, entre autres, on se base pour admettre diverses phases glaciaires distinctes) proviennent, ou de lacs glaciaires ayant produit les formations suspectes, ou d'érosions ayant emporté des lambeaux de forêts et formé des radeaux

producteurs dans ces lacs des lignites constatés. Ces lignites furent ensuite recouverts par des arrivages morainiques dus à une recrudescence d'action du glacier. Parfois aussi des éboulements ont emporté des terrains stratifiés avec leurs fossiles et les ont déposés dans ces lacs, et ainsi de suite.

Les variations d'intensité du phénomène glaciaire sont, à une échelle gigantesque, ce que les phases de retrait ou d'avancement des glaciers actuels sont à une petite échelle, et pas autre chose.

Le petit lac glaciaire du Champ-du-Moulin, sur lequel j'ai eu l'honneur de faire une communication à notre Société, est également un lac qui a laissé des dépôts végétaux qui permettraient, à la rigueur, d'attribuer sa formation à une période interglaciaire, mais un examen approfondi n'autorise pas d'en tirer cette conclusion.

A propos des terrasses ou anciennes rives que des travaux de levés de profils ou sondages ont constatées sous les mers, ou celles surélevées des fiords scandinaves ou d'ailleurs, n'oublions pas qu'avant la production des glaciers, les formidables actions orogéniques auxquelles nous devons, pendant l'époque tertiaire, tant de gigantesques montagnes, ont, de par la rotation de notre Terre, exigé une variation dans la distribution des mers et, par suite, de leur niveau. Puis est venue la masse des glaces quaternaires, surchargeant une vaste étendue de la surface terrestre, et changeant la densité de l'eau de certaines mers par les énormes courants d'eau douce provenant de leur dégel.

Or, en raison de cette surcharge et du changement du poids des eaux de certaines mers, la gravitation et

la force rotative qui gouvernent notre planète exigèrent encore des changements de forme et de niveau des mers pour se mettre en équilibre; de là encore des surélévations ou des abaissements qui influencèrent les phénomènes glaciaires et, par suite, le niveau de ses moraines, celui des dépôts argileux de ses torrents, ou enfin des graviers et cailloux charriés lors des crues par ceux-ci.

De la multiplicité des terrasses glaciaires, on ne saurait donc conclure à plusieurs phases glaciaires, mais à des fluctuations seulement, dues à des variations d'intensité et à des exigences d'équilibre de la masse terrestre.

Le phénomène glaciaire n'est point périodique. Il s'est produit une fois et ne se renouvellera plus.

Si l'on admet que la chaleur centrale aujourd'hui disparue ait joué un rôle prédominant dans le phénomène glaciaire, cette chaleur une fois disparue, toute chance de reproduction du phénomène se trouve écartée par le fait même de cette disparition.

Impossible de trouver ou d'imaginer un fait ou accident astronomique, météorologique ou géologique qui puisse reconstituer un facteur calorifique agissant similairement en l'occurrence comme l'a fait jadis la chaleur centrale.

Un réchauffement cosmique agira sur la Terre entière, par conséquent sur les condenseurs aussi, ou peut-être même davantage sur ces derniers; donc vapeur en masse, si l'on veut saturation encore, peut-être quelques pluies abondantes, comme à l'é-

poque primaire, mais de la glace point, les condenseurs étant réchauffés comme le reste ou même davantage.

En météorologie, une cause réchauffante est difficile à trouver, le Soleil donnant tout ce qu'il peut fournir; une cause refroidissante, oui, mais il est inutile d'y revenir, j'en ai déjà démontré l'inanité et l'impuissance. Augmenter la puissance en condenseurs est chose inutile; c'est de la vapeur qu'il faut et non du froid, les condenseurs sont déjà actuellement inoccupés les neuf dixièmes du temps.

En géologie, peut-être dira-t-on qu'une cause volcanique ou un nouveau refroidissement d'une nouvelle zone des terrains de la croûte terrestre sous-jacente à celle déjà refroidie pourrait, par une livraison nouvelle de chaleur, produire des vapeurs et, par suite, des phénomènes glaciaires analogues à ceux déjà obtenus par le refroidissement des couches supérieures de l'écorce terrestre.

Hormis ces deux cas à examiner, la reconstitution des actions dues à la chaleur centrale ne saurait être produite par aucune cause possible et accessible à l'esprit. Examinons donc les deux hypothèses précédentes.

Cause volcanique, éruptions ou rupture profonde de l'écorce terrestre.

Pour créer des ruptures générales assez intenses et durables, pouvant engendrer de nouveau des masses de vapeurs capables de saturer généralement l'atmosphère au point de mettre en activité complète la puissance de condensation des massifs montagneux

qui jouent ce rôle, il faudrait une cause à ces ruptures, et laquelle pourrait-on imaginer?

Des vides occasionnés par un refroidissement des couches centrales et la contraction comme conséquence des masses liquides internes et inférieures? Mais il est établi que la transmission de la chaleur interne à la surface est presque nulle aujourd'hui. Les calculs donnent pour résultat de $\frac{1}{50}$ à $\frac{1}{30}$ de degré, pour l'influence climatérique qui résulte à la surface de la Terre de cette perte actuelle de chaleur. Avec une perte aussi restreinte, il faudrait non pas des millions, mais des milliards d'années pour produire par contraction un vide capable de faire place à des effondrements continentaux nouveaux, mettant en contact généralement et longuement les eaux des mers avec les couches chaudes intérieures, cela d'une manière suffisante pour produire les vapeurs nécessaires à la formation de milliers de mètres d'épaisseur de glace sur la surface autrefois couverte par les glaciers.

L'intensité des phénomènes volcaniques est pour cette cause en décroissance complète depuis l'époque tertiaire, et le peu qui en reste est dû en majeure partie à l'introduction, dans les profondeurs, d'eau provenant des pluies et de sources, plutôt qu'à des infiltrations marines ou de celles-ci par des fissures réduites et de pénétration difficile et lente; de là, le temps très long qu'il faut pour produire la charge de vapeur expansible qui met de temps à autre ces éruptions en activité nouvelle. La grande masse des volcans a passé par les phases explosives et bouillonnantes ou stromboliennes, comme les appelait Sainte-Claire Deville, ainsi que par les phases solfatoriennes, et ils sont éteints aujourd'hui. Tous les volcans actuels

et il y en a 323, d'après M. Fuchs, dont un quart d'activité plus ou moins récente, n'ont, lors de leurs éruptions les plus longues et les plus formidables, jamais provoqué une perturbation *météorologique quelque peu générale* ou universelle au point de vue de l'hygrométrie de l'atmosphère et des condensations de vapeurs; celles-ci se précipitent en général dans le voisinage immédiat des volcans.

Pour produire les vapeurs d'une période glaciaire avec tous ses phénomènes, il faudrait plusieurs milliers de fois l'intensité des plus formidables éruptions connues et réparties un peu partout; en outre, il faudrait leur durée permanente pendant un grand nombre de siècles. Est-ce possible, dans les conditions de stabilité si grandes de la croûte terrestre et des eaux qui la recouvrent?

Evidemment non; passons aux ruptures de l'écorce terrestre!

Actuellement, l'action refroidissante de la Terre se traduit par des ruptures internes presque insensibles de l'écorce, et si ce n'était l'introduction de l'eau dans celles-ci, provoquant ces innombrables vibrations enregistrées par les seismomètres, il y aurait calme presque complet. D'autre part, les affaissements ou exhaussements lents de certaines contrées, dus à la dénudation du relief des terres par les eaux et la sédimentation inégale des mers, en vertu de la rotation du globe, modifient le niveau de ces dernières, mais ne sauraient provoquer avec le temps aucune perturbation sérieuse dans les couches chaudes et profondes du globe.

Pareil phénomène est donc, pour cette cause comme pour la précédente, hors de toute probabilité.

Résumé et conclusion.

Il résulte donc clairement et nettement des faits astronomiques et géologiques, soit actuels, soit de formation de notre planète et de constitution de ses couches, comme aussi des lois physiques et météorologiques qui régissent la formation de la vapeur d'eau à la surface du globe et sa précipitation en des points de condensation fixés par son orographie actuelle, il résulte, dis-je, que tous ces éléments, de quelque manière qu'on tenterait de les combiner, ne pourraient reproduire le phénomène glaciaire de l'époque quaternaire et ne l'ont produit qu'une fois. Tout ce qui pourrait reproduire les masses de vapeurs nécessaires au phénomène diminuerait ou annulerait l'effet des condenseurs, qui produiraient de l'eau et non de la neige.

Tout ce qu'on voudrait imaginer inutilement pour activer les condensations diminuerait, par contre, la production des vapeurs, déjà si restreinte actuellement. La phase glaciaire est donc due à une force à jamais disparue, à la chaleur centrale. Avec celle-ci, qui n'est que le résultat thermodynamique forcé de la concentration des matières cosmiques qui ont formé notre globe, on explique aisément : 1^o tous les mouvements orogéniques qui ont travaillé l'écorce terrestre depuis l'époque primitive à l'époque actuelle ; 2^o l'uniformité de température décroissante sur le globe aux époques primaire, secondaire et en partie tertiaire, malgré la variabilité d'action du Soleil due à l'obliquité de l'écliptique sur l'orbite terrestre ; 3^o avec la chaleur centrale décroissante et devenue

0006
0008



L'ÉPOQUE QUATERNAIRE

Par G. Ritter, Ingénieur.

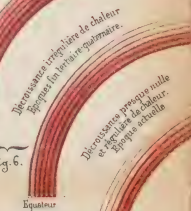
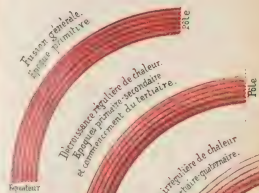
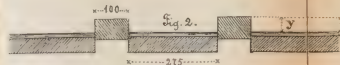
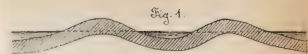


Fig. 10

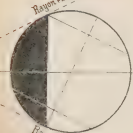
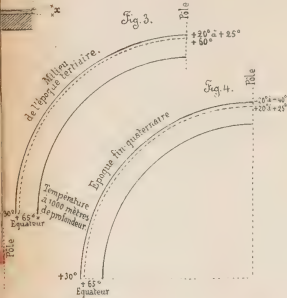
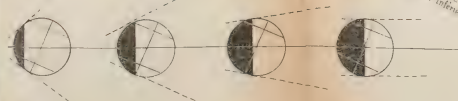
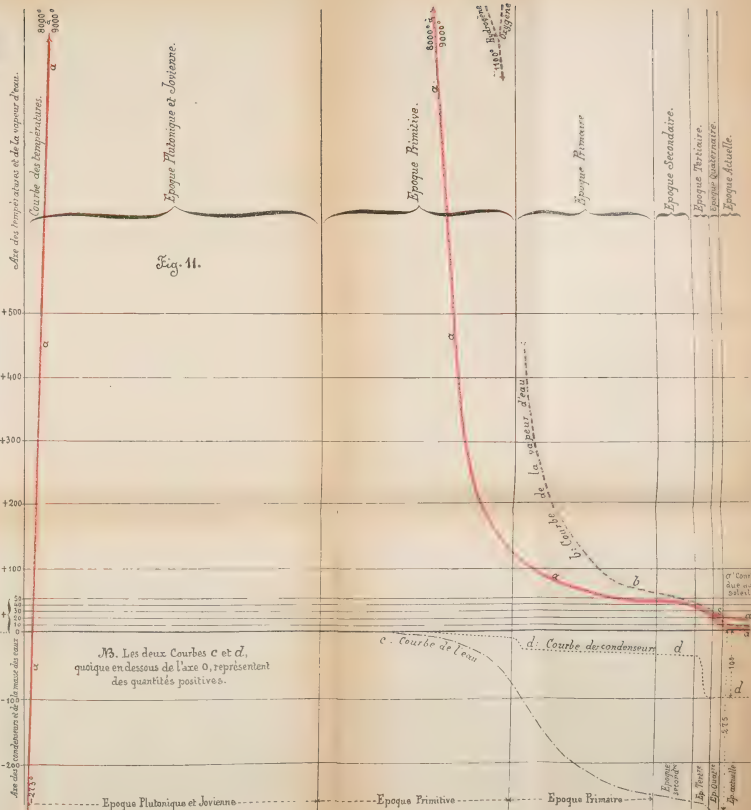


Fig. 9.



impuissante, à la fin de l'époque tertiaire, à neutraliser les différences ou variations calorifiques solaires pour maintenir encore partout la fixité de température sur la Terre d'un pôle à l'autre, on explique avec non moins de facilité cette curieuse phase des formidables actions orogéniques tertiaires, formatrices de condenseurs puissants, ainsi que le refroidissement polaire, en même temps qu'on démontre le maintien pendant un temps encore très long d'une énorme production de vapeurs dans les zones équatoriales et torrides; en d'autres termes, on explique victorieusement ce qui constitue le phénomène des grands courants et des grands glaciers de l'époque quaternaire; 4^o enfin, avec la disparition presque complète aujourd'hui des arrivages de chaleur interne, on se rend compte de la stabilité générale toujours plus grande de l'écorce terrestre, de la décroissance des actions éruptives et volcaniques, et finalement on explique encore avec facilité les actions si restreintes aujourd'hui, comme ampleur, du phénomène glaciaire.

J'ai pensé que ces conclusions, fruit de plusieurs années d'études et de réflexions, pour l'annotation et la démonstration complète desquelles il faudrait un volume, valaient la peine, malgré les publications parues depuis, qui en admettent certaines parties, d'être exposées ici brièvement, et qu'elles aideront à prouver dans une modeste mesure au monde savant que notre Société s'occupe toujours des recherches concernant la période glaciaire, recherches auxquelles se sont intéressés si vivement chez nous les Agassiz, les Guyot, les Desor, les Lesquereux et tant d'autres Neuchâtelois.

TRAVERSÉE DE LA GEMMI

PAR UN CHEMIN DE FER

Examen critique des projets de MM. James LADAME, ingénieur,
et TEUSCHER, ancien conseiller d'Etat.

Note présentée à la séance du 20 février 1891, par M. L. FAVRE, prof.

J'ai l'honneur d'entretenir la Société de deux projets de voies ferrées destinées à relier directement le réseau suisse au Simplon par la dépression de la Gemmi, en partant de Thoune pour rejoindre la ligne du Valais.

L'un de ces projets, le premier en date, est de M. James Ladame, ancien ingénieur en chef du Jura-Industriel, du Nord de l'Espagne, des chemins de fer portugais, du Clermont-Tulle, actuellement à Paris; il l'a développé, avec les tracés graphiques nécessaires, dans un livre publié en avril 1889, sous le titre : *De Calais à Milan*, et il l'appuie d'une étude savante très détaillée et très instructive des travaux exécutés pour percer les grands tunnels du Jura, du Credo, du Mont Cenis, du Gothard, de l'Arlberg. Il complète ce projet en présentant un tracé à travers le Simplon, entrant sous terre à Brigue même, sans rampes d'accès, pour sortir à Bertanio, en Italie, près du pont sur la Cherasca.

M. Ladame songeait déjà à faire passer les locomotives en Italie, par la Gemmi et le Simplon, il y a plus de trente ans. Il en parla à M. Stämpfli, alors conseiller fédéral et directeur du département des chemins de fer, ainsi qu'à M. Etzel, ingénieur en chef du Central suisse. Mais, à cette époque, on était trop occupé à satisfaire les intérêts locaux, pour arrêter son attention sur une entreprise internationale de cette importance.

Dès lors les idées se sont élargies; les Alpes ont été franchies en plusieurs points, le passage du Simplon a été l'objet d'études sérieuses; la France, l'Italie, les grands financiers discutent les projets qui leur sont soumis. C'est en voyant le chemin qu'avait fait cette idée et après avoir étudié et présenté lui-même un projet de voie ferrée à travers le Simplon, que M. Ladame l'a complété par une étude du passage de la Gemmi.

Quelle que soit la destinée de ce projet, c'est à notre compatriote que revient l'honneur de l'avoir présenté le premier. Cela est d'autant plus opportun à établir que diverses personnes, trouvant sans doute l'idée excellente, se sont emparées de ce projet pour le présenter en leur nom après l'avoir modifié. En effet, M. Teuscher, ancien membre du Conseil exécutif du canton de Berne, a publié un livre qui a pour titre : *Eine Lötschbergbahn als Zufahrtslinie zum Simplon, und directe Verbindung Berns mit Wallis mittelst durchstichs des Lötschbergs*, avec deux cartes et un profil en long. Cet ouvrage a paru en août 1889, après celui de M. Ladame, dont il fait d'ailleurs mention dans sa préface.

Il convient d'ajouter qu'une année auparavant, le 28 août 1888, M. Ladame, avant de publier son livre, avait déjà fait connaître son projet à plusieurs personnes de Berne, et notamment à MM. Welti, conseiller fédéral, Stockmar, conseiller d'Etat, et Elie Ducommun, secrétaire général de la Compagnie du Jura-Berne.

J'analyserai ces deux projets séparément : d'abord celui de l'ingénieur neuchâtelois, qui affirme la possibilité d'unir Thoune à Domo-Dossola sans dépenser plus de 150 millions, tandis que la Compagnie du Gothard a dépensé environ 250 millions pour franchir les Alpes.

De Thoune à Louèche, au bord du Rhône, la distance en ligne directe est de 52 kilomètres. Dans cette direction, la chaîne bernoise offre une grande dépression, le passage de la Gemmi correspondant sans doute à une faille du terrain jurassique qui paraît être très puissant dans cette direction.

Le projet de M. Ladame se divise naturellement en deux sections :

1^o *De Thoune à Mittholz*, soit la partie inférieure de la vallée de la Kander; longueur, 28 kilomètres. La voie s'élève peu à peu de la cote 561^m, gare de Thoune, à 920^m (cote du rail à l'entrée du tunnel proposé par M. Ladame), par des pentes ne dépassant pas 25⁰/₀₀ et dont la moyenne est de 13⁰/₀₀. Dans cette région, la construction d'une voie ferrée ne présente aucune difficulté et la dépense n'excéderait pas 200 000 francs par kilomètre.

2^o *De Mittholz à Louèche*, le terrain est moins commode, la pente devient plus forte; à Kandersteg

la cote est déjà à 1200^m et le passage au col de la Gemmi est à 2329^m. A Louèche-les-Bains, la cote du thalweg est 1350^m. Le massif de la Gemmi, qui sépare Kandersteg de Louèche-les-Bains, a une épaisseur de 10 kilomètres et présente, au sud comme au nord, des parois très escarpées.

Il faut donc franchir cet épais massif par un tunnel partant de Mittholz, à la cote 920^m, et débouchant soit près des bains de Louèche, à la cote 1320^m; soit près de Louèche-la-Ville, non loin du Rhône, à la cote 618^m, ce qui serait de tout point préférable, soit enfin en un point intermédiaire aux deux précédents.

Ces trois solutions obligeraient à percer un tunnel qui, dans le premier cas, aurait 17 kilomètres de long avec une rampe continue de 23 ‰; dans le second cas, 24 kilomètres, avec une pente continue très avantageuse de 12 ‰; dans le troisième cas, 21 1/2 kilomètres avec pentes vers les deux têtes, ce qui faciliterait l'écoulement des eaux qu'on pourrait rencontrer et éviterait ainsi des épuisements coûteux.

Ces diverses solutions résultent de la configuration de la contrée entre Louèche-les-Bains et la grande vallée du Rhône vers laquelle il faut descendre.

Le seul thalweg naturel qu'on puisse en effet suivre dans cette contrée, est le cours de la Dala, qui, de Louèche-les-Bains, coule vers le Rhône, dans une cluse étroite, profonde, à bords escarpés. Dans ces conditions; une ligne à flanc de coteau, faisant suite à un tunnel ayant seulement 17 kilomètres de long, coûterait probablement plus cher qu'un tunnel de 24 kilomètres.

M. Ladame ne prend définitivement parti pour aucun des trois genres de solution qu'il indique. Il demande seulement qu'avant de décider la question, il soit fait des études géologiques sérieuses comme il en a fait faire en 1855, avant d'arrêter le projet du tunnel des Loges. Mais néanmoins, à titre de discussion générale, il entre dans quelques détails au sujet d'un projet intermédiaire dont la tête sud serait à la cote 820^m.

Dans ce projet, la profondeur du tunnel, au-dessous du *passage* même du col de la Gemmi, ne dépasserait guère 1400^m et serait par conséquent favorable au point de vue des températures souterraines, car :

Au Gothard, cette profondeur est de	1717 ^m .
Au Mont Cenis.	1609 ^m .
Au Simplon (projet de 1886)	2080 ^m .

Comparée aux lignes actuelles, celle de la Gemmi-Simplon abrégerait les distances de la manière suivante :

<i>Lieux de départ</i>	<i>Lieux d'arrivée</i>
De Berne à . . .	Milan 110 km. Gênes 142 km.
De Bâle à . . .	» 12 » » 46 »
De Calais, Paris,	
Belfort à . . .	» 83 » » 117 »

Cette voie ferrée de Thoune à Tourtemagne, sur le Rhône près de Louèche, est devisée par M. Ladame à 56 millions de francs; mais dans cette somme ne sont pas compris les frais imprévus, ni l'intérêt des capitaux pendant la construction, ni le matériel roulant.

Projet de M. Teuscher.

Le point de départ est le même, c'est-à-dire à Thoune, mais la section Thoune-Mittholz diffère du projet précédent, en ce qu'au lieu de suivre le fond de la vallée de la Kander, dont la surface est peu accidentée, la ligne s'élève sur le flanc escarpé des montagnes par des rampes parfois en spirale, pour gagner Kandersteg au-delà de Mittholz, à la cote 1235^m.

De ce point, la ligne se dirige vers l'Est, à travers le Gasteren Thal, où est le point culminant à la cote 1495^m, soit à 575^m plus haut que le projet de M. Ladame. Là commence un tunnel de 6800^m, incliné vers le Sud, perçant le massif de gneiss et de verrucano qui sépare Gasteren de Lötschenthal et dont la tête de sortie serait soit à Wyler, soit à Kippel (il y a des variantes, ou trois projets de tunnels). La voie descend ensuite à ciel ouvert le Lötschenthal, vallée peu connue mais très pittoresque, d'où elle débouche dans celle du Rhône par un étroit défilé, pour se raccorder à Viège avec la ligne du Valais.

La partie de ce tracé qui monte de Thoune jusqu'à Gasteren comporte dix petits tunnels et trente ponts sur des cours d'eau ou des ravins. De la tête sud du grand tunnel jusqu'au raccordement à Viège, il y a encore une dizaine de petits tunnels et dix-huit ponts. Tous les tunnels ont ensemble une longueur totale de 16850^m.

La ligne a une longueur totale de 84 kilomètres entre Thoune et Viège; elle présente un parcours de 10 kilomètres plus long que le projet de M. Ladame

pour aller à Viège et au Simplon, et de 50 kilomètres plus long pour aller à Sion et dans le Bas-Valais. Elle a des pentes ou rampes de 30 ‰ sur 27 kilomètres, et de 25 ‰ sur 24 1/2 kilomètres, soit en tout 51 1/2 kilomètres de rampes très fortes, tandis que le projet Ladame n'a que 25 ‰ au maximum et seulement sur 6 kilomètres. De plus, ce dernier tracé est rectiligne, tandis que l'autre est très sinueux, ce qui aggravera beaucoup les frais d'exploitation.

Cette ligne est devisée par M. Teuscher à 36 millions de francs. Les concessionnaires actuels paraissent en avoir élevé le devis au chiffre de 45 millions¹.

On voit par les observations qui précèdent que ce tracé sera d'une exploitation fort coûteuse; il obligera en outre à percer des roches beaucoup plus dures que dans le tracé Ladame; il exposera enfin la voie à l'encombrement des neiges, dans des régions montagneuses où le tracé atteint une altitude de 1500^m, soit 400^m plus élevée que le tunnel du Saint-Gothard à Göschenen. Le tracé Ladame, au contraire, ne dépasse pas l'altitude de 920^m, de sorte que la traversée des Alpes serait inférieure de 100^m aux traversées du Jura, à la Chaux-de-Fonds et à Jougne. Ce résultat remarquable démontre à lui seul combien ce tracé est avantageux et supérieur à tous ceux qu'on peut proposer sous le prétexte, insignifiant aujourd'hui, de réduire la longueur du tunnel de faite.

¹ Voir *La Suisse libérale* du 12 décembre 1891.



SUR LA HOUILLE

et les présomptions de son existence en Suisse

PAR A. JACCARD, PROFESSEUR

(Notice lue dans la séance du 2 avril 1891)

La plupart des journaux de notre pays ont annoncé récemment que l'on se proposait d'entreprendre des recherches en vue de s'assurer de l'existence de la houille en Suisse. On a même dit que ces recherches étaient appuyées par les géologues et que, de leur côté, les autorités fédérales s'y intéresseraient financièrement.

Nous ne savons trop quel a pu être le point de départ de ce bruit, mais ce qui est certain, c'est que, jusqu'ici, les géologues n'ont point été consultés, c'est que de semblables entreprises ne peuvent et ne doivent pas être livrées au hasard d'indices superficiels ou de vagues soupçons. Si la géologie n'a point encore résolu tous les problèmes de la constitution du sol de notre pays, nous possédons néanmoins, dans les *Matériaux pour la carte géologique de la Suisse*, des éléments d'appréciation dont il y a lieu de tenir compte, si l'on veut éviter de pénibles et désagréables surprises.

D'ailleurs, et nous ne faisons que répéter ici ce qui a été dit déjà souvent, les probabilités d'existence de la houille en Suisse sont très incertaines. Si, dans cer-

taines localités, on a découvert un combustible minéral quelconque, ce n'était point, en tout cas, la houille ordinaire du terrain carbonifère, et le problème de son existence dans nos contrées n'est nullement encore résolu.

Aussi, en attendant qu'un travail d'ensemble, embrassant toutes les faces de la question, puisse être élaboré, avons-nous pensé qu'il y aurait quelque utilité à présenter ici quelques considérations générales sur un sujet dont l'importance n'est contestée par personne, qui touche de près aux intérêts et à l'avenir industriel de notre pays.

Et d'abord jetons un coup d'œil sur la partie historique de notre sujet.

L'anhracite, qui n'est autre chose que de la houille métamorphisée, privée de gaz, une espèce de coke compacte, existe dans le Valais et y est sans doute connu depuis longtemps. Mais comme ce charbon minéral ne brûle qu'à la faveur d'un fort courant d'air et que son emploi exige des dispositions particulières des appareils de chauffage, il n'a guère été utilisé jusqu'ici que dans la calcination des chaux et ciments hydrauliques. Les gisements reconnus dans le Valais, au nombre d'une dizaine, ont été pour la plupart rapidement épuisés, ou sont en voie de l'être. Il y a fort peu d'espoir d'en découvrir de nouveaux, au milieu des massifs dans lesquels ils se trouvent enclavés. Celui de Chandolin, près de Sion, s'est montré l'un des plus importants par la quantité de charbon qu'on en a tiré. Celui de Collonges, au pied de la Dent de Morcles, a fourni une qualité supérieure, assez rapprochée de celle de la houille, et pouvant être utilisée pour le chauffage des calorifères.

Sous le nom impropre de lignite, on a aussi exploité dans la molasse un charbon minéral très voisin de la houille, dont il présente les qualités, mais qui n'existe jamais en couches quelque peu importantes. On connaît des gisements de cette houille à Paudex-Belmont, près de Lausanne, à Semsales, canton de Fribourg, à Kæpfnach, canton de Zurich. Il en est de ceux-ci comme de ceux d'anthracite, ils sont en voie d'épuisement, sinon même abandonnés.

Nous ne parlons ici ni des lignites, ni des tourbes, qui n'ont qu'un rapport éloigné avec la houille. Il y a aussi en Suisse des traces de charbon dans divers terrains, le keuper, le lias, le nummulitique. Aucun d'eux n'est susceptible de donner lieu à une exploitation productive.

Les données que nous venons de résumer se rapportent, comme on le voit, aux Alpes et au plateau suisse. Quant au Jura, ce n'est que depuis une vingtaine d'années que se sont fait jour les idées ou les présomptions relatives à l'existence possible de la houille au-dessous des formations calcaires qui constituent ces montagnes. C'était, on s'en souvient, au moment où les péripéties de la guerre franco-allemande venaient d'attirer l'attention sur les conséquences possibles d'une rupture des relations commerciales avec les pays dont nous sommes tributaires pour le combustible minéral nécessaire à nos industries et à nos moyens de transport. Le sondage de Rheinfelden, en 1875, entrepris par une société d'actionnaires, aboutit à un résultat négatif, à mesure qu'après avoir traversé les terrains superposés au terrain houiller dont on présumait l'existence, la sonde atteignit, à la profondeur de 360 mètres, le granit qui lui sert de base.

Sans rechercher ici les causes de cet insuccès, nous devons cependant dire que le sondage de Rheinfelden avait été entrepris sous les auspices de la science. Une commission de géologues, dont faisait partie le professeur Desor, de Neuchâtel, avait préavisé, entre autres, sur la puissance et la nature des assises que devrait rencontrer la sonde et qui, disait-on, atteindrait au moins 600 mètres.

On ne saurait donc accuser les promoteurs de cette entreprise d'avoir agi à la légère. Mais que dire de ceux qui, l'année dernière, n'ont pas craint de risquer, sur différents points, en plein terrain molassique, des sondages pour la recherche de la houille qui, cette fois encore, n'a donné aucun signe de son existence ?

Il ne faut, du reste, pas trop s'étonner de ces divers mécomptes dans un domaine de la science qui en est encore à ses débuts. Il a régné et il règne encore sur l'origine et le mode de formation de la houille et des combustibles minéraux, nombre d'erreurs qu'il importe de dissiper si l'on veut appliquer avec quelque sécurité les données géologiques aux recherches pratiques. A ce point de vue, les observations toutes récentes de M. Fayol, ingénieur des mines à Commentry, doivent être prises en sérieuse considération, et nous allons essayer de les résumer en quelques lignes.

La théorie la plus en vogue, celle qui est presque toujours exposée dans les traités de géologie, assimile la formation de la houille à celle des marais tourbeux actuels. La houille serait formée de débris végétaux accumulés, ayant vécu sur place, et soumis à une décomposition particulière, à une espèce de carboni-

sation. Lorsqu'une couche de houille s'était ainsi formée, au sein d'un bassin marécageux, il survenait un affaissement, permettant aux matières minérales, limons, sables, cailloux, transportés par les courants, de former les couches de schistes, de grès, etc., qui s'interposent entre les lits de charbon. Ces alternatives de dépôts de combustibles et de roches diverses, en se répétant un grand nombre de fois, ont donné lieu aux couches alternantes que nous observons dans les bassins houillers. Primitivement horizontales, elles auraient été soulevées, redressées et amenées à l'inclinaison qui caractérise la plupart des gisements actuels.

Cette théorie, qui ne laisse pas que d'être séduisante, donnait lieu cependant à de nombreuses objections, et elle doit faire place à une démonstration dont l'évidence est, à notre point de vue, incontestable.

La houille et les couches de grès et de schistes qui l'accompagnent se sont formées simultanément, en couches plus ou moins inclinées, dans des deltas lacustres ou marins. Les matières végétales et minérales entraînées par les cours d'eau ont subi, en vertu de leur densité, de leur volume, de leur nature, un classement, un triage analogue à celui qui s'exerce dans les cours d'eau actuels à leur embouchure dans un lac, et auquel nous donnons le nom de stratification croisée ou torrentielle. Loin donc de présenter une épaisseur régulière d'une certaine étendue, les couches de houille finissent en coin, elles se subdivisent, se ramifient, disparaissent ou présentent tous les passages du charbon au schiste, au grès, etc. Ajoutons encore que la houille n'existe que dans la proportion moyenne de un pour cent comparative-ment aux sédiments minéraux.

Pour que des amas de houille quelque peu importants aient pu ainsi se former pendant l'époque carbonifère, il a donc fallu que de vastes surfaces couvertes d'une végétation luxuriante contribuent à la production d'une grande quantité de matières végétales susceptibles d'être entraînées par les courants. Voici, à ce sujet, comment s'exprime M. Alex. Vezian à propos de recherches semblables à celles qui nous occupent :

« Lors de la période houillère, les terres émergées (en Europe) formaient des plateaux très étendus, mais peu élevés au-dessus de la mer. Elles présentaient des accidents topographiques peu prononcés ; la surface du globe n'offrait pas un relief aussi accusé que de nos jours. De faibles bombements du sol et des chaînes de montagnes de peu d'altitude alternaient avec des vallées peu encaissées et avec des bassins hydrographiques presque plats. C'était, au point de vue topographique, quelque chose de semblable à la Russie actuelle. »

Ainsi, loin de former une nappe continue, au-dessous des couches d'âge postérieur qui lui sont superposées, la houille constitue des bassins isolés, séparés les uns des autres, dans lesquels le nombre, l'épaisseur, l'étendue des couches de houille varie constamment. C'est en particulier le cas pour le centre de la France, à Saint-Etienne, au Creuzot, à Commentry, où les bassins lacustres n'ont pas été recouverts par des sédiments postérieurs. Il en est de même dans les Alpes pour l'anhracite, qui se rencontre en gisements isolés et disséminés, dans des conditions telles que nous avons pu tracer sur une carte spé-

ciala la position, sinon les limites, des lacs houillers de Tanninges, de Servoz, de Martigny, etc.

En dehors de ces bassins houillers non recouverts par des terrains postérieurs, il en est d'autres dont on est réduit à soupçonner l'existence d'après le plongement et la direction des assises. De ce nombre est le bassin houiller de Ronchamps, au revers méridional des Vosges. Révélé par l'affleurement à la surface d'une assise de grès avec deux couches de houille, il fut exploité activement jusqu'à la rencontre d'un accident ou bombement du terrain sur lequel repose la houille. Un sondage pratiqué à une certaine distance et poussé à la profondeur de cinq cents mètres, permit de retrouver le charbon que l'on croyait perdu.

C'est sur ces indices que s'appuyaient les promoteurs du sondage de Rheinfelden, mais ici, l'on ne rencontre pas même le terrain houiller, d'où l'on peut conclure que, pendant la période carbonifère, il n'existait dans cette région aucun bassin houiller lacustre, susceptible de recevoir les terrains de sédiment, ainsi que les débris végétaux.

Un autre exemple bien remarquable de l'existence du terrain houiller au-dessous de formations plus récentes est celui de Tanninges, dans la Haute-Savoie. La montagne qui porte le nom de Pointe de Marcely atteint la hauteur de 1980 mètres. A sa base et au niveau de la vallée du Giffre affleure le grès houiller avec un charbon de bonne qualité, qui a été exploité en galeries. Les assises triasiques, jurassiques, crétacées et même tertiaires, présentent une épaisseur de 1200 mètres et s'étendent sur une vaste surface. Il a suffi d'une dislocation profonde pour révéler l'existence de la houille dans cette région où on ne l'eût nullement soupçonnée.

Ce fait de l'existence de la houille et non de l'anthracite au milieu des massifs alpins est de la plus grande importance. Si, en effet, nous jetons les yeux sur la carte géologique de la Suisse, nous voyons que la région des Alpes vaudoises présente une remarquable analogie de structure et de constitution géologique avec le Chablais méridional. A Villeneuve, à Aigle, à Ollon, à Bex, apparaît le trias, caractérisé par la présence du gypse, surmonté par les assises calcaires du jurassique, du crétacé et du tertiaire. Quoi de plus naturel dès lors que de procéder à une étude approfondie de cette région, puis de tenter des essais de sondage ? De toutes façons, les chances seraient ici bien plus favorables qu'à Rheinfelden.

Ce n'est pas seulement dans la vallée du Rhône que le trias se rapproche de la surface. Dans la Gruyère, à Charmey, au lac Noir, à Spiez, les terrains secondaires, profondément affectés par les dislocations et les érosions, laissent affleurer les couches triasiques du keuper, des dolomies, du gypse, que l'on peut croire superposées au terrain houiller non modifié ou altéré par des influences métamorphiques.

On ne saurait en dire autant de la partie des Alpes comprise entre le lac de Thoune et la vallée du Rhin. Aucun indice, aucun affleurement de terrain n'est favorable à la présomption d'existence du terrain houiller rapproché de la surface.

Si des Alpes nous passons au Jura, il y a également lieu de rechercher les points sur lesquels l'existence du trias peut faire présumer celle du terrain houiller. C'est dans cet ordre d'idées que semble avoir été conçu le projet d'un sondage à Cornol, au pied du Mont-Terrible. Mais ici l'on a objecté avec raison le

bouleversement et la confusion des assises, qui, même en cas de découverte de la houille, eussent empêché une exploitation sérieuse. Mieux vaudrait, dans ces conditions, diriger les recherches sur les chaînons du Raimeux, du Weissenstein, de la Haasenmatte et même du Lægern. Si nous ne nous rapprochons pas de la vallée du Rhin, c'est à cause de la proximité des schistes cristallins et de l'épaisseur considérable du grès bigarré, bien constatée dans le sondage de Rheinfelden.

En dehors des quelques points que nous venons de signaler, il ne nous paraît pas absolument possible d'en indiquer d'autres qui présentent des chances de réussite, et l'on peut considérer comme téméraire toute proposition comme celle qui a été énoncée récemment, de procéder à des sondages le long du pied du Jura.

Au reste, nous savons qu'il existe à Zurich une commission fédérale chargée de l'élaboration d'une carte des matières premières (*Baumaterialien*) de la Suisse. Cette carte contiendra l'indication de tous les gisements connus de roches à ciment, chaux hydraulique, gypse, argile à briques, combustibles. Une semblable carte comporte et même nécessite la publication d'un mémoire ou d'un rapport sur les données acquises pour chacune des matières minérales. Nous possédons déjà de précieuses indications dans les diverses livraisons qui accompagnent les feuilles de la carte géologique. Il suffira de les collationner et d'en faire un résumé qui pourra servir de base aux recherches futures, qu'elles soient abandonnées à l'initiative privée ou soutenues par les autorités fédérales.

Quel que soit, au reste, le résultat auquel on parviendra, il ne saurait avoir pour conséquence de ralentir le zèle et les entreprises de nos ingénieurs et électriciens dans le domaine de l'utilisation des forces hydrauliques, dont heureusement notre pays est si richement doté. La recherche de la houille ne peut et ne doit être considérée que comme accessoire, en raison des chances aléatoires de sa découverte, aussi bien que de l'insuffisance notoire des gisements que l'on parviendrait à découvrir.



PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

Année 1890-1891

SÉANCE DU 13 NOVEMBRE 1890

Présidence de M. Louis COULON.

L'assemblée procède au renouvellement du bureau. M. DE COULON, déclinant une réélection, M. HIRSCH rappelle les éminents services rendus à la Société par son président pendant de nombreuses années, et propose de le nommer président d'honneur. Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

Sont nommés :

<i>Président effectif,</i>	M. Louis FAVRE, professeur ;
<i>Vice-président,</i>	M. Ad. HIRSCH, direct. de l'Observ. ;
<i>Caissier,</i>	M. F. DE PURY, D ^r en médecine ;
<i>Secrétaire-rédacteur,</i>	M. Fritz TRIPET, professeur ;
<i>Secrétaires,</i>	MM. Al. STROHL et F. CONNE.

M. F. TRIPET parle à la Société de l'amélioration du Bulletin. Il conviendrait de l'imprimer sur un meilleur papier. Il soumet plusieurs échantillons à l'assemblée, qui charge le bureau de prendre une décision. M. Tripet espère aussi arriver à obtenir une diminution des frais pour l'expédition du Bulletin à l'étranger.

MM. FAVRE et BILLETER rappellent que le but de la Société est non seulement d'entendre les travaux originaux de ses membres, mais aussi de procurer aux spécialistes l'occasion de tenir leurs collègues au courant des progrès de la science qu'ils étudient.

M. L. FAVRE annonce qu'un ami de la Société, ayant remarqué la quantité de documents concernant le canton, qui sont contenus dans le Bulletin, ferait volontiers les frais d'une publication qui les coordonnerait et les résumerait. Il n'est pris aucune décision à ce sujet. Par contre, la Société offrira ses services au Conseil communal pour des propositions et un devis destinés à mettre la colonne météorologique en bon état. M. Favre est chargé d'en aviser le Conseil communal.

M. L. FAVRE lit une notice destinée au Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse. Cette notice, qui a été présentée au Comité de mécanique de cette Société par M. *Paul Favre-Bourcart*, ingénieur des études de locomotives à la Société alsacienne de constructions mécaniques, a pour titre : *Le chemin de fer de Viège à Zermatt*; elle se divise en deux parties. Dans la première, l'auteur s'applique à montrer le rôle que sont appelés à jouer les chemins de fer à crémaillère, non seulement pour gravir une très forte rampe, comme au Righi, mais aussi en permettant, dans nombre de cas, d'abréger le tracé d'une ligne ferrée.

Au lieu d'adopter, comme on l'a fait pour notre Jura Industriel, pour le Gothard et nombre d'autres lignes, un tracé qui prend un développement énorme pour éviter les rampes excessives, on peut concentrer ces dernières sur un petit nombre de points où l'on établit une crémaillère sur laquelle la machine trouve un point d'appui qui, quel temps qu'il fasse, ne peut lui faire défaut. Mais pour cela il faudrait que la machine pût indifféremment fonctionner par adhérence ou par engrenage. Or, nous savons que jusqu'ici ce problème n'a été que trop imparfaitement résolu; c'est ce qui explique l'indécision des ingénieurs consultés sur le moteur à employer pour circuler entre la gare de Neuchâtel et Serrières.

Riggenbach avait déjà été aux prises avec le même problème en 1870, lorsqu'il construisit le petit chemin de fer

des carrières d'Ostermündigen. L'expérience lui démontra que pour qu'une machine à adhérence puisse remonter une forte rampe, il ne suffit pas de caler une roue dentée sur son essieu moteur et de la mettre aux prises avec la crémaillère. Si la rampe est très forte, le travail que la machine doit développer devient si considérable qu'elle ne peut avancer que très lentement. Or, une locomotive ne travaille pas avantageusement dans ces conditions. Riggensbach fut obligé de faire travailler les pistons sur un pignon tournant deux fois plus vite que la roue dentée motrice.

La nouvelle machine remonta beaucoup mieux la rampe, mais, à plat, elle se trouva paralysée et réduite à se mouvoir très lentement.

Ce système fut cependant adopté sur presque tous les chemins de fer partiellement à crémaillère, mais en restreignant le service de telles machines en ne leur demandant que ce qu'elles peuvent donner.

Au Brünig, par exemple, on emploie de pareilles machines pour traverser la montagne entre Meyringen et Giswyl, tandis que tout le reste du réseau est exploité par des machines ordinaires.

Or, on comprend aisément l'inconvénient qu'il y a à avoir, sur une petite ligne deux sortes de machines. Il n'est point nécessaire de les énumérer, car ils sautent aux yeux.

La solution de ce problème la plus parfaite qui ait été trouvée jusqu'ici est due à M. Roman Abt, qui réussit à construire une machine fonctionnant par adhérence exactement comme une machine ordinaire, mais qui est munie d'un mécanisme moteur absolument indépendant de l'autre et qui actionne deux arbres accouplés, sur lesquels sont montés, par un procédé très ingénieux, des disques dentés qui engrènent avec une crémaillère composée de plusieurs lames parallèles et de telle façon que chacun des disques est déplacé par rapport à l'autre pour

rendre l'engrènement presque continu, ce qui supprime en grande partie les chocs, inévitables avec la crémaillère à échelons.

La première application du système Abt a été faite, en 1885, sur le chemin de fer de Blankenburg à Tanne, dans le Harz. Une étude très approfondie, due à M. Seguela, inspecteur principal du service central du matériel et de la traction de la Compagnie du chemin de fer du Nord français, a paru dans le numéro de juillet 1888 de la *Revue générale des chemins de fer*. Mais celle qui nous intéresse le plus directement est le chemin de fer de Viège à Zermatt, dont le tronçon Viège-Saint-Nicolas a été ouvert au public l'été dernier.

Dans la seconde partie de sa notice, M. Favre raconte la visite qu'il a faite à cet intéressant chemin de fer, au mois d'août 1890.

La course aller et retour de Viège à Stalden s'est effectuée sur la machine, dont il a pu étudier la manœuvre et le fonctionnement qu'il décrit en détail.

A partir de Stalden, où s'arrêtait à ce moment l'exploitation, il continua sa visite à pied, en compagnie de MM. Weber, chef mécanicien, et Chappuis, entrepreneur de la ligne. Le terme de la course fut le pont hardi du Mühlebach, construit dans les ateliers de MM. Chappuis et Wolf, à Nidau.

M. Favre conclut en faisant l'éloge des ingénieurs qui ont si bien su triompher d'aussi grandes difficultés dans l'exécution des machines et dans la construction de la ligne. Il engage les personnes qui s'intéressent à cette question à lire la notice très complète qui vient de paraître dans le numéro d'avril de la *Revue générale des chemins de fer*, et qui est due à M. Meyer, ingénieur en chef de la construction des chemins de fer du Jura-Simplon.

La notice de M. Favre est accompagnée de reproductions des photographies de la locomotive, du pont du Mühlebach et du profil en long de la ligne, exécutées d'une

façon remarquable par les nouveaux procédés de la maison Braun, de Dornach.

La séance est levée à 9 $\frac{1}{2}$ heures.

SÉANCE DU 27 NOVEMBRE 1890

Présidence de M. Louis FAVRE

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté après quelques rectifications.

A propos de la colonne météorologique, M. Favre annonce qu'il n'a pas écrit au Conseil communal. Il a eu un entretien avec M. Hartmann, qui lui a dit que M. Luther est chargé de la confection d'un thermomètre.

M. HIRSCH, appuyé par M. RITTER, propose d'offrir de nouveau au Conseil communal les services de la Société des sciences naturelles pour diriger la restauration de la colonne météorologique. Cette proposition est adoptée.

Il est donné communication à la Société :

1° D'une invitation de la Société d'émulation du Doubs à se faire représenter à sa séance annuelle;

2° De la démission de M. Charles Herzog, professeur.

M. L. FAVRE présente un exemplaire très développé de l'*Hydnum coralloides* Scop., Hydne corail ou hérisson, qui a été trouvé il y a quelques jours par un bûcheron, dans le tronc creux d'un sapin, dans les forêts de la région supérieure de Chaumont. Les *Hydnacées* se distinguent par leur hyménium formé par des aiguilles, des dents, des tubercules, des papilles ou des crêtes; les hydnes, en particulier, ont des aiguillons subulés, ou en alène, libres, toujours tournés en bas. M. Favre fait remarquer la différence de structure entre ce champignon et ceux du

même genre, *Hydnum imbricatum* L. et *Hydnum repandum* L., qui ont un chapeau et un stipe et qui sont bien connus comme un aliment grossier. Celui-ci est très rameux, d'un blanc de neige, puis jaunâtre, formé de rameaux pendants, atténués et entrelacés, portant des aiguillons blancs, serrés et allongés. Telle est la description qu'en donne le Dr Quelet; il ajoute une note du Dr Mougeot : « Ce hérisson est devenu très rare dans les Vosges, depuis que les vieux chênes ont été abattus ». « Chez nous, dit M. Favre, ce champignon est rare; je n'en ai jamais rencontré ayant le développement de cet exemplaire, qui mesure près de 60 centimètres de longueur. Ceux que j'ai vus jusqu'à présent étaient plus ramassés et non rameux. Il est comestible. » Pour en garder un souvenir, et n'ayant pas le temps de le dessiner, M. Favre l'a fait photographier, et il présente deux épreuves fort bien réussies, dues à l'obligeance d'un amateur de notre ville, M. Paul Colin.

A propos de champignons, M. Favre rappelle l'abondance exceptionnelle des morilles, au printemps dernier, du moins dans notre canton et dans le Jura français, voisin de nos frontières. « Au commencement d'avril, dit un journal de nos montagnes, la récolte s'annonçait mal, la neige avait manqué, la terre était sèche et les gelées arrêtaient toute végétation. Dès lors, il a suffi de quelques pluies douces, mêlées de neige, et de quelques jours de soleil pour produire la poussée des morilles d'une façon extraordinaire. Les plus anciens chasseurs ne se rappellent pas une telle abondance; on peut dire qu'on en trouvait dans tous les bois. On les cueillait par paniers, par sacs; on les apportait aux marchés de la Chaux-de-Fonds et du Locle par 15 et 20 kilogrammes à la fois et le prix est descendu à 2 francs la livre. Pendant plusieurs semaines, beaucoup de personnes, des femmes, des enfants ont été occupés, surtout dans les localités de la frontière française, à la récolte des morilles, qui leur procurait un gain s'élevant jusqu'à 10 et 12 francs par jour. »

Les forêts de Chuffort et de Chasseral en ont fourni aussi une quantité considérable et exceptionnelle, ce qui a fourni de l'occupation et des profits aux gens adonnés à cette recherche. M. Favre cite une femme du village de Lignières qui en a vendu pour 500 francs au marché de Neuchâtel.

Il est intéressant de noter ces faits qui sont toujours en relation intime avec les conditions atmosphériques.

M. le professeur TRIPET rappelle qu'on a trouvé deux morilles *Morchella conica* (Pers.), il y a quelques jours, au chantier de bois de chauffage de M. O. Prêtre, à la gare de Neuchâtel. M. Favre répond que les cas de végétation sporadique de la morille conique ne sont pas rares; on lui en a apporté tous les mois de l'année; mais ce sont des cas isolés.

M. HIRSCH présente une communication sur la variation annuelle de la latitude en Europe, et sur la question du méridien unique.

A propos de la première question, M. RITTER demande si la variation de la latitude n'est pas due à l'influence de la chaleur solaire sur la surface terrestre.

M. HIRSCH répond qu'il est très possible que des effets thermiques entrent pour une part dans cet intéressant phénomène.

M. RITTER, rappelant la nécessité pour la Société de faire de nouvelles recrues, propose d'instituer une réunion générale annuelle, comme le font les sociétés du canton analogues à la nôtre. Cette question est mise à l'ordre du jour de la prochaine séance.

SÉANCE DU 11 DÉCEMBRE 1890

Présidence de M. Louis FAVRE

Le procès-verbal est lu et adopté.

M. le PRÉSIDENT informe la Société qu'il a écrit au Conseil communal, le 29 novembre, à propos de la colonne météorologique, et qu'il n'a pas reçu de réponse.

L'ordre du jour appelle la discussion de la proposition de M. Ritter, concernant l'institution d'une séance annuelle publique. M. RITTER propose d'en renvoyer l'étude à une Commission. Il n'est pas pris de décision à ce sujet.

M. BÉRANECK cite un cas de pneumonie dans lequel il n'a pas constaté la présence du streptocoque lancéolé de Pasteur; par contre, le pneumocoque de Friedländer se trouvait en grande abondance dans les crachats. Il y formait des colonies dont les individus étaient plus ou moins allongés, généralement elliptiques. Ce pneumocoque a fourni des cultures dont les inoculations à des souris ont entraîné la mort de ces dernières. Ce bacille a-t-il été la cause de la maladie, ou s'est-il développé secondairement? il est d'autant plus difficile de répondre à cette question que dans d'autres pneumoniques examinés, le streptocoque lancéolé se rencontrait seul dans les crachats. Ce fait nous montre que la présence de ce dernier microbe, qui paraît être l'agent par excellence de la pneumonie, n'est pas indispensable à l'apparition de celle-ci et que, selon les circonstances, d'autres formes microbiennes voisines peuvent concourir à déterminer cette maladie.

M. WEBER fait une communication sur les transformateurs électriques, en exposant le principe et les différentes formes anciennes et nouvelles employées dans les laboratoires de physique et dans l'industrie, en donnant

la raison et l'utilité de leur emploi dans les grandes installations d'éclairage électrique. Quelques expériences ont illustré ces considérations.

SÉANCE DU 9 JANVIER 1891

Présidence de M. Louis FAVRE

M. H. LADAME, ingénieur, fait une communication sur les freins du funiculaire de la gare de Serrières.

Sur la demande de M. S. DE PERROT, il explique comment les rails sont éclissés, pour que le frein automatique puisse passer de l'un à l'autre sans obstacle.

M. ALBRECHT a rapporté le premier, de Berlin, la lymphe de Koch. Il rappelle que, dans sa communication de 1883 (Tome XIV) sur *la tuberculose, d'après les recherches bactériologiques nouvelles*, cette maladie était désormais classée dans la catégorie des maladies infectieuses, mais que l'agent spécifique pour la destruction du bacille était encore à trouver. Aujourd'hui, cet agent paraît exister dans la lymphe de Koch.

La première publication de Koch date du 13 novembre 1890. M. Albrecht croit qu'elle a été faite spontanément, sans qu'on ait forcé la main à son auteur, quoi qu'on en dise. Il donne la traduction des parties essentielles de la notice du Dr Koch, et insiste sur le passage dans lequel l'auteur déclare avoir guéri par sa lymphe, en quatre à six semaines, des phtisiques au début de leur maladie, et d'avoir considérablement amélioré l'état de ceux dont les poumons étaient déjà caverneux.

La lymphe de Koch n'agit pas par voie stomacale, mais seulement par injections sous-cutanées. Celles-ci s'opèrent entre les deux omoplates, au moyen de la seringue d'Over-

dank (seringue de Pravaz, avec piston en amiante). La dose varie de 0^{mg},1 à 0^g,1 de remède pur, dilué dans de l'eau phéniquée à $\frac{1}{2}$ ‰.

La lymphe pure se conserve indéfiniment, croit-on, tandis que les dilutions deviennent rapidement inefficaces.

L'ébullition plusieurs fois répétée des dilutions les rend également indifférentes.

Lorsque la personne injectée est tuberculeuse, elle tombe, cinq à six heures après l'inoculation, dans un état maladif qu'on s'est habitué à appeler la réaction. Frissons, fièvre jusqu'à 40 et 41°, suivant la dose injectée, courbature, vomissements, céphalalgies, état comateux, tels sont les symptômes qui peuvent être plus ou moins prononcés, suivant la constitution du malade.

Le lendemain, l'équilibre se rétablit, la fièvre baisse et le malade ne ressent plus que de l'inappétence et un peu de courbature. De temps à autre, il se déclare une jaunisse passagère ou une éruption cutanée ou de nature scarlatiniforme. La réaction devient de plus en plus faible, si le médecin maintient la dose primitive.

Dans les localisations tuberculeuses externes, le lupus de la peau, par exemple, les injections provoquent une violente inflammation et une sécrétion abondante; le tissu malade se détruit et est remplacé par un tissu sain. M. Albrecht a vu de ces guérisons se produire sous ses yeux pendant son séjour à Berlin.

Dans les maladies internes, la même congestion a lieu après l'injection; il y a élimination des parties malades, et l'organe atteint, le poumon, par exemple, peut redevenir normal. C'est ce que Koch appelle la guérison; reste à savoir si l'expérience prolongée confirmera son opinion.

M. Albrecht constate que les médecins suisses qui ont expérimenté la lymphe de Koch — MM. Gilbert et Ferrière, à Genève, Socin et Hagenbach-Burkhardt, à Bâle — sont favorables à ce mode de traitement, tandis qu'en

France et en Italie les opinions sont encore très partagées; on en veut surtout à Koch de ne pas avoir fait connaître la composition de sa lymphe.

M. Albrecht a eu l'occasion de traiter une douzaine de cas depuis son retour de Berlin. Il fait passer quelques graphiques et montre, pour terminer, la lymphe originale et les différentes solutions qu'il emploie.

M. le D^r Ed. CORNAZ complète l'intéressante communication de M. Albrecht, en décrivant quelques cas qui se sont présentés à l'hôpital Pourtalès, en particulier de ceux qui ont été révélés par la réaction, sans que d'autres symptômes aient pu faire supposer leur existence.

M. BÉRANECK, considérant les réactions générales et locales de la lymphe et ses conditions de conservation, pense que c'est une lymphe bactériologique. Avec les ptomaines, les microbes sécrètent des toxalbumines capables de causer les mêmes accidents que les microbes eux-mêmes. La lymphe Koch est probablement le produit d'une culture qui entrave le développement du bacille de la tuberculose.

SÉANCE DU 22 JANVIER 1891

Présidence de M. L. FAVRE

Le procès-verbal de la séance du 9 janvier est adopté après quelques observations.

M. le PRÉSIDENT donne connaissance :

- 1° De la démission de M. le D^r Barrelet;
- 2° D'une circulaire invitant les ornithologistes à assister au congrès ornithologique de Budapest;
- 3° Du décès de M. Henry Boucher, membre de la Société de Borda, à Dax.

M. HILFIKER fait l'historique de la photographie astronomique et des perfectionnements qui y ont été apportés, notamment de la part des frères Henry, de l'observatoire de Paris.

M. Hilfiker fait circuler de nombreuses vues de la Lune, des exemplaires de la carte photographique du ciel, qui a été commencée il y a quelques années, et des dessins d'après nature de paysages lunaires, exécutés à l'observatoire de Prague.

M. HIRSCH prouve que l'artiste n'est pas encore dépassé par la photographie, en faisant circuler deux croquis de Tempel, exécutés en 1861 à l'observatoire de Neuchâtel. Ils rendent d'une manière frappante l'aspect particulier aux paysages lunaires et donnent la plus haute idée de leur auteur.

M. L. FAVRE fait la communication suivante, qu'il accompagne d'un dessin explicatif :

Vendredi, le 9 janvier dernier, un peu avant une heure après midi, j'aperçus autour du soleil des lueurs étranges qui me firent comprendre immédiatement que j'étais en présence d'un parhélie.

Le ciel était couvert de nuages peu denses, assez analogues à un mince brouillard, ou à des cirrus, qui atténuaient l'éclat du soleil. A l'est et à l'ouest de l'astre, à des distances égales, qui m'ont paru correspondre au rayon d'un halo ordinaire, c'est-à-dire à 23° environ, brillaient deux soleils un peu moins éclatants, et qui se distinguaient par les couleurs du spectre solaire disposées en un arc vertical, dont le bord interne était rouge et le bord externe violet. Ces deux arcs semblaient appartenir à un grand cercle ou anneau dont la partie supérieure et inférieure était invisible. Deux longues flammes, ou traînées lumineuses blanches ou jaunâtres partaient des faux soleils, l'une vers l'est, l'autre vers l'ouest, et se terminaient en pointe.

Ce phénomène, qui dura jusqu'à 2 heures (j'ignore s'il commença avant 1 heure), était si éclatant, qu'après l'avoir contemplé un moment, j'étais ébloui, et tout ce que je voyais me paraissait jaune, et ma chambre très sombre.

A 2 heures, on apercevait encore trois soleils, dont l'éclat allait en diminuant.

Ce jour-là, les observations faites à l'observatoire indiquent une hauteur moyenne du baromètre de 716^{mm},4; une température moyenne de — 10°,1 C. — minimum — 11°,7 — maximum — 9°,3. Etat du ciel brumeux; vent du N.-E. fort.

M. le Dr HIRSCH regrette de n'avoir pas aperçu ce phénomène, rare dans nos contrées; il rappelle la théorie qui en a été donnée par Clausius, et les diverses formes qu'il peut prendre et qui sont dues à la réfraction des rayons de lumière dans des cristaux de glace flottant dans l'atmosphère.

Pour compléter sa communication. M. FAVRE rapporte une observation de parasélène faite à la Chaux-de-Fonds le samedi 17 janvier, entre onze heures et minuit, et rapportée dans *L'Impartial*. Autour de la lune, dans son premier quartier, on apercevait un halo très brillant, ou anneau rattaché à l'astre par des rayons verticaux et horizontaux, formant une croix. Aux points où les branches de cette croix coupaient l'anneau, apparaissaient quatre fausses lunes d'un éclat moins intense. Un arc d'un second cercle adjacent au premier s'ébauchait au-dessus de celui-ci.

SÉANCE DU 6 FÉVRIER 1891

Présidence de M. L. COULON, président d'honneur

M. BILLETER fait une communication sur l'*aluminium*.

Ce métal a été découvert en 1826 par Wöhler, qui l'a isolé par l'action du potassium métallique sur le chlorure d'aluminium. Plus tard, Bunsen l'obtint par l'électrolyse du chlorure double d'aluminium et de sodium. Sainte-Claire Deville reprit la méthode de Wöhler et, en la perfectionnant, il rendit possible la fabrication de ce métal. Dès lors, la production de l'électricité par les machines dynamo-électriques a permis de revenir à la méthode de Bunsen et de livrer à la consommation un métal très pur et relativement peu coûteux.

Le procédé de fabrication de l'aluminium employé par la fabrique de Neuhausen est dû à Kiliani, de Berlin, mais il est tenu secret. Il est probable que la matière première utilisée est la cryolithe. Par contre, nous savons que les alliages s'obtiennent par l'électrolyse de l'alumine fondue, en présence du métal à allier, également fondu. On tire l'alumine de la bauxite, minéral qui se compose principalement d'hydrate d'aluminium. Cools, l'inventeur de ce procédé, croit que l'électricité seule dédouble l'oxyde d'aluminium, tandis que Hérault, qui l'a introduit à Neuhausen, affirme que l'influence réductrice du charbon du creuset et de l'électrode positive est indispensable pour effectuer la décomposition. Il est difficile de dire lequel des deux a raison.

L'aluminium est blanc d'étain, trois fois moins dense que les métaux usuels, assez ductile et malléable, plus tenace que le cuivre. Il fond à 700°, au rouge sombre, en un liquide très fluide, qui remplit très facilement les moules, mais qui se contracte par le refroidissement. Allié

aux autres métaux, il en augmente notablement la dureté. Cette propriété lui ouvrira probablement un grand débouché dans l'industrie du cuivre et du fer.

Bien que sa combinaison avec l'oxygène soit très difficile à dédoubler, l'aluminium est inaltérable à l'air; il ne s'oxyde qu'au rouge blanc. Les acides chlorhydrique et fluorhydrique sont les seuls qui l'attaquent; par contre, les alcalis caustiques et même leurs carbonates le dissolvent.

M. HIRSCH signale l'homogénéité parfaite des lingots d'aluminium et la constance du coefficient de dilatation de ce métal, propriétés qui, avec celles qui ont déjà été signalées, le rendent précieux pour la mécanique de précision

M. WEBER rappelle le fait que l'aluminium est fabriqué à Pittsburg par l'électrolyse d'un mélange de cryolithe et d'alumine en fusion.

M. RITTER suppose que si la bauxite se trouve dans les terrains quaternaires, comme il le croit, il serait possible d'en trouver en Suisse, ce qui serait très avantageux pour notre pays.

SÉANCE DU 20 FÉVRIER 1891

Présidence de M. Louis COULON, président d'honneur.

Le procès-verbal de la séance du 6 février est lu et adopté.

M. L. FAVRE montre quelques échantillons de mousses communiqués par Léo Lesquereux au D^r Nestler, pendant la période 1840-1848. Ils ont été retrouvés à Toulouse et sont donnés à l'Académie par M. le D^r H. Christ, de Bâle.

M. JULES MARCOU fait hommage à la Société de quelques brochures géologiques dont il est l'auteur.

M. L. FAVRE, professeur, entretient la Société de deux projets de voies ferrées, destinées à relier directement le réseau suisse au Simplon par la dépression de la Gemmi, en partant de Thoune pour rejoindre la ligne du Valais. (Voir p. 98.)

La séance se termine par une causerie dans laquelle M. S. de Perrot résume quelques observations fort intéressantes qu'il a faites pendant son séjour aux Indes anglaises.

SÉANCE DU 6 MARS 1891

Présidence de M. Louis COULON, président d'honneur.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

A propos de la communication de M. Louis Favre, MM. JACCARD et RITTER rappellent, le premier, qu'il avait proposé à M. Jules Grandjean le passage par la Gemmi, lors de la fondation du Jura-Berne-Gothard, le second, son projet de raccordement de Berne avec l'Italie par le Grand Saint-Bernard.

M. JACCARD présente un relief géologique du canton de Neuchâtel, qui est destiné à l'enseignement de la géologie à l'Académie. C'est le relief exécuté par notre compatriote, M. Maurice Borel, cartographe à Paris. Il montre l'importance de la masse du Jurassique inférieur et fait comprendre les différents aspects du Jura dus aux centres de soulèvement et de sédimentation. M. Jaccard constate la recrudescence de la sédimentation à la fin de la période jurassique, en se demandant quelle en est la cause.

M. RITTER remarque que les eaux des affluents du lac de Neuchâtel apportent à ce dernier une quantité de matières minérales en dissolution supérieure à celle qu'il contient lui-même ; il se forme donc de nos jours un dépôt au fond de notre lac, par le fait de modifications dans la solubilité des matières minérales lorsque les eaux se mélangent. M. Ritter rappelle ensuite sa théorie de la période jovienne, qui n'admet la précipitation du calcaire qu'après celle de l'eau, et qui pourrait contribuer à résoudre la question posée par M. Jaccard.

M. JACCARD montre quelques cartes géologiques de la Suisse et de la France, et relève les heureuses modifications qui ont été introduites dans le choix des teintes ; en même temps, il fait circuler quelques photographies du bassin du Doubs, qui montrent combien la baisse des eaux a été sensible dans cette région.

M. L. FAVRE soulève la question de la préservation du bloc erratique de Mont-Boudry, dont la commune de Bôle veut faire des marches d'escalier pour le nouveau bâtiment d'école de cette localité.

M. RITTER propose de le sauver en ouvrant une souscription publique.

M. JACCARD estime que ce serait une prime accordée à la mauvaise volonté des propriétaires de blocs semblables.

La question est renvoyée à une Commission composée de MM. Favre, de Tribolet et Tripet.

SÉANCE DU 19 MARS 1891

Présidence de M. Louis COULON, président d'honneur.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. FAVRE, président, donne connaissance des démarches faites par la Commission nommée dans la dernière séance au sujet du bloc erratique de Bôle. Il s'exprime de la manière suivante :

Chargé par la Société, avec MM. de Tribolet et Tripet, de veiller à la conservation du bloc erratique de *Mont-Boudry*, qu'on disait menacé par la commune de Bôle d'être mis en pièces pour servir à la construction de sa maison d'école, je m'empressai d'écrire, le samedi 7 mars, au président de l'autorité communale. Je le priais de me dire si les bruits mis en circulation dans le public étaient fondés, et si oui, par quel moyen on pourrait sauver ce bloc de la destruction.

Bien que ma lettre officielle soit demeurée sans réponse jusqu'au 18 au soir, j'acquis bientôt la certitude que la décision d'exploiter le bloc datait du mois d'octobre dernier, et que les ouvriers, impatients d'accomplir la sentence, auraient déjà mis la main à l'œuvre sans un sursis demandé par le chef du département de l'Instruction publique.

Ainsi, notre Société n'était pas seule à s'occuper de la conservation de ce bloc erratique, l'un des plus volumineux et des plus intéressants que l'industrie des grani-tiers italiens et la spéculation aient laissé subsister dans notre canton. Plusieurs citoyens de Colombier et de Bôle même, prêts à nous seconder, avaient tenté auprès des autorités cantonales des démarches qui avaient abouti à cet ultimatum : « La commune de Bôle consent à ne pas

user de son droit d'exploiter le *Mont-Boudry* si, jusqu'au 17 mars, on lui fait l'offre ferme de lui verser une indemnité de 700 francs. Passé ce terme, le bloc sera mis en pièces. »

Nous étions au 12 mars. Réunir en moins de cinq jours une somme de 700 francs n'était pas chose facile : la situation était embarrassante pour notre Comité qui n'avait pas de pleins-pouvoirs pour agir et devait en référer.

Ce même jour, M. Baillot, notaire à Boudry, qui fut pendant trente ans le président de la commune de Bôle, m'apporta deux lettres, l'une de notre ancien vice-président, Ed. Desor, du 7 novembre 1871, l'autre du professeur Alph. Favre, de Genève, établissant l'engagement pris par la commune de Bôle de ne pas détruire le bloc de *Mont-Boudry*. M. Alph. Favre accusait réception du procès-verbal contenant cette décision et en remerciait la commune de Bôle et son président. Ce procès-verbal m'avait été remis en novembre 1871, par M. Baillot ; je l'avais envoyé à M. Desor, alors à Berne, aux Chambres fédérales ; c'est lui qui l'avait adressé à M. Favre, à Genève.

Une telle communication, qui me rappelait un fait que j'avais oublié, changeait complètement la situation. Je la publiai dans la *Feuille d'Avis* de Neuchâtel du lendemain, espérant par ce moyen décider le Conseil communal de Bôle à nous honorer d'une réponse. En outre, j'invoquai l'appui du département de l'Intérieur pour faire respecter les engagements pris.

La réponse vint sous une forme inattendue. Le 17 mars, jour fixé pour la destruction du bloc, trois délégués de Bôle vinrent inopinément à Neuchâtel, mais nous ne pûmes nous rencontrer. Ils eurent une entrevue avec M. Comtesse, chef du département de l'Intérieur, auquel ils firent voir les registres de la Commune, dans lesquels ne se trouvait nulle trace du procès-verbal sus-men-

tionné. Si une décision a été prise en 1871, elle n'a pas été enregistrée et perd ainsi toute valeur.

D'autre part, j'appris que les papiers laissés par feu Alph. Favre, et remis à notre collègue M. Léon Du Pasquier, le continuateur de ses études sur les terrains erratiques suisses, étaient en tel état que beaucoup avaient disparu et en particulier le procès-verbal en question.

M. Comtesse, que je vis dans l'après-midi, m'apprit qu'après de longs débats il avait obtenu des délégués de Bôle un sursis jusqu'au jeudi matin 19 mars, pour leur faire parvenir une promesse ferme de leur verser 700 fr., à défaut de quoi le bloc serait mis en pièces sans délai. Pour faciliter notre mission conservatrice, il offrait généreusement de nous venir en aide par une allocation de 200 fr. prise sur le crédit de son département.

Il n'y avait pas à hésiter, et dès le lendemain j'annonçai aux autorités de Bôle notre adhésion aux conditions sévères qu'elles nous imposaient.

Le même jour, donc hier, je recevais enfin la réponse à ma première lettre du 7, retardée par suite d'un malentendu, et en même temps à celle que j'avais écrite le matin. M. F. Chable, signataire de la lettre, faisait espérer que les propositions seraient acceptées par l'assemblée de la Commune, convoquée pour le soir.

Je complète ma communication en déposant sur le bureau :

1° Cette lettre signée F. Chable.

2° La lettre de feu Ed. Desor, et celle de feu Alph. Favre, de Genève, de novembre 1871, accusant réception du procès-verbal de Bôle. Je vous prie d'en prendre connaissance.

3° Une lettre de M. Ferd. Richard, caissier de la Société d'histoire qui, sur ma demande d'assistance, propose de nous accorder un subside de 150 fr.

4° Une lettre de M. Ch.-Eug. Tissot, greffier du Tribunal de Neuchâtel, secrétaire de la commune de Valangin, donnant connaissance de la marche qu'il a suivie pour assurer la conservation d'un bloc erratique intéressant, situé sur les terres de Valangin, entre le bourg et Fenin. Il mérite des remerciements.

Je termine en demandant à la Société de bien vouloir ratifier l'engagement pris en son nom, et en annonçant que M. Léon Du Pasquier, M. le pasteur G. Rosselet et moi avons ouvert dans nos journaux locaux une souscription pour donner le bloc de Mont-Boudry à la Société des sciences naturelles.

A la suite de cette communication, et après une discussion préalable où la générosité de la commune de Bôle est énergiquement qualifiée, l'assemblée ratifie les engagements pris et vote des remerciements au chef du département de l'Intérieur. On décide en outre, pour obtenir des secours, de s'adresser à la Société d'utilité publique, à la section neuchâteloise du Club alpin, au Club jurassien, enfin d'ouvrir une souscription parmi les membres de notre Société, notre caisse étant suffisamment chargée par les frais de nos publications.

M. Léon Du PASQUIER a conféré personnellement avec le président de la Commune. La conclusion est la même; M. Du Pasquier présente un petit échantillon de ce granit.

M. L. FAVRE propose que la Société des sciences naturelles s'adresse au Conseil d'Etat pour obtenir que les autorités cantonales s'opposent à la destruction des blocs erratiques les plus importants qu'on leur désignera, afin d'éviter le retour d'incidents pareils à celui de Bôle.

M. L. Du PASQUIER pense que si la Société fournit l'indemnité demandée, elle devra exiger un acte officiel qui la rende désormais propriétaire de la pierre et du terrain.

M. BILLETER propose d'ouvrir une souscription parmi les membres de la Société pour réunir la somme ou plutôt pour la compléter, car la Société d'histoire et le Club alpin y prendront une certaine part. Cette proposition est adoptée.

MM. L. DU PASQUIER et L. FAVRE estiment qu'il faut immédiatement faire une démarche auprès du Conseil d'Etat pour empêcher le retour de pareils abus. Les blocs erratiques désignés par la Société pourraient devenir la propriété, soit de l'Etat et déclarés inviolables, soit de la Société des sciences naturelles.

Les membres présents prient M. Favre de s'occuper de cette démarche. Provisoirement, on proposerait de conserver les blocs indiqués sur la carte au 1/25000, sauf à étendre la liste dans la suite.

SÉANCE DU 2 AVRIL 1891

Présidence de M. Louis COULON, président d'honneur

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. L. FAVRE annonce que le Conseil d'Etat contribuera pour 200 fr. et la Société d'histoire pour 150 fr. à la satisfaction des exigences de la commune de Bôle.

M. HIRSCH constate qu'il suffirait d'ouvrir une souscription entre les membres de la Société des sciences naturelles pour compléter la somme nécessaire à l'achat du bloc de *Mont-Boudry*.

Une liste de souscription est mise en circulation au cours de la séance.

M. le Dr F. DE PURY présente les comptes de l'exercice 1889-1890; ils bouclent par un solde en caisse de 2161 fr.

53 cent., sur lequel devront être prélevés les frais d'impression et d'expédition du Bulletin de l'année dernière. M. de Pury regrette qu'il s'écoule un temps si considérable entre la clôture des séances et l'apparition du Bulletin. Ce retard nuit nécessairement à notre publication.

M. F. TRIPET, rédacteur du Bulletin, tient à dégager sa responsabilité; malgré de nombreuses réclamations, il arrive assez souvent que les communications manuscrites ne lui sont remises que plusieurs mois et même une année après l'époque où elles ont été lues à la Société. Il faut absolument qu'une décision soit prise à ce sujet, si l'on veut avoir le Bulletin plus tôt.

Après une longue discussion, la Société adopte une proposition de M. Hirsch, d'après laquelle les intéressés seront avisés par carte imprimée que si leurs manuscrits ne sont pas livrés au rédacteur dans le délai d'un mois après la séance dans laquelle ils auront été lus, ceux-ci ne seront pas publiés.

M. F. TRIPET lit une notice de M. le professeur JACCARD, sur *la houille et les présomptions de son existence en Suisse*. (Voir p. 105.)

SÉANCE DU 16 AVRIL 1891

Présidence de M. Louis COULON, président d'honneur

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. L. FAVRE, président de la Commission des blocs erratiques, annonce que la liste de souscription n'étant pas rentrée, on ne connaît pas encore la somme qu'elle nous apportera. Le bloc de Mont-Boudry a été payé par l'intermédiaire du Département de l'Intérieur; mais l'acte qui doit consacrer la prise de possession par

la Société n'a pas pu être passé, à cause de la longueur des formalités à remplir. De plus, nous sommes toujours exposés à des tracasseries, si nous ne sommes pas propriétaires du terrain sur lequel repose le bloc et d'un sentier qui en permette l'abord; en outre, nous pouvons être astreints à payer l'impôt communal sur notre immeuble. Dans ces conditions, M. Favre pense qu'il convient de remettre le bloc de Mont-Boudry à l'Etat, qui est mieux armé que nous contre les tentatives de chantage. La requête que nous avons adressée à l'Etat et relative à la conservation des blocs erratiques, a été renvoyée à M. Jâmes Roulet, inspecteur général des forêts, pour examen et rapport.

La proposition de remettre à l'Etat le bloc de Mont-Boudry est adoptée.

M. le PRÉSIDENT annonce que les comptes du caissier ont été vérifiés par le bureau. La Société en donne décharge au caissier avec remerciements.

M. RITTER demande la mise à l'ordre du jour de la prochaine séance d'une communication sur l'*époque quaternaire*.

M. L. FAVRE donne quelques détails sur la visite générale des chaudières à vapeur du canton, faite l'année dernière par la Commission cantonale.

La sécheresse extraordinaire de l'hiver 1890-1891 lui fait supposer que le régime des eaux de notre canton s'est modifié.

M. HIRSCH pense qu'il n'en est rien; nous avons eu une période de sécheresse exceptionnellement longue, telle qu'on n'en observe que rarement.

SÉANCE DU 14 MAI 1891

Présidence de M. Louis COULON, président d'honneur

Procès-verbal lu et adopté.

La séance du 1^{er} mai n'ayant pas eu lieu, M. L. FAVRE expose qu'à la demande de M. Roulet, inspecteur général des forêts, les membres qui se sont rencontrés à cette date à l'Académie ont chargé MM. Jaccard, de Tribolet et Léon Du Pasquier de dresser la liste des blocs erratiques dont la conservation est désirable.

M. RITTER donne lecture de sa communication sur *la période quaternaire*. (Voir p. 17.)

La séance tout entière ne suffit pas à l'exposition complète des thèses développées par M. Ritter. Aussi l'audition de la dernière partie est-elle remise à la séance suivante.

SÉANCE DU 28 MAI 1891

Présidence de M. Louis COULON, président d'honneur

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. HIRSCH fait une nouvelle communication sur la marche, pendant les dernières années, de la pendule électrique que M. Hipp a construite pour l'Observatoire de Neuchâtel. La correction de la compensation effectuée, elle a marché constamment avec une régularité dépassant celle des meilleures pendules astronomiques connues jusqu'à présent. (Voir cette notice, p. 3.)

M. WEBER demande si, pour soustraire l'horloge à l'influence des variations de température, il ne serait pas

avantageux de placer le pendule dans un souterrain et d'amener électriquement l'heure au cadran.

M. HIRSCH pense qu'il est préférable d'avoir sous les yeux l'ensemble de l'horloge. Du reste le pendule, séparé du cadran, se trouve placé dans la cave de l'Observatoire, où la variation diurne de la température dépasse rarement un degré.

M. RITTER propose d'envoyer officiellement à M. Hipp les félicitations de la Société pour sa magnifique création. Cette proposition est adoptée à l'unanimité et M. Hirsch se charge de la transmettre à son adresse.

M. RITTER expose la dernière partie de la communication commencée dans la séance précédente.

Sur la proposition de M. HIRSCH, la discussion en est renvoyée à quinze jours, puis la séance est levée.

SÉANCE DU 11 JUIN 1891

Présidence de M. Louis COULON, président d'honneur

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

MM. L. FAVRE et CONNE présentent comme candidats MM. *Maurice Tripet*, héraldiste, et *Jean Beauverd*, instituteur.

M. RITTER propose de terminer nos réunions du printemps en tenant la prochaine séance au Champ-du-Moulin.

M. HIRSCH faisant remarquer que nous pourrions entendre sur place d'intéressants renseignements sur la question du transport des forces motrices de la Reuse à Neuchâtel, la proposition est adoptée sans opposition.

M. le PRÉSIDENT ouvre la discussion sur la communication de M. Ritter, faite dans les deux séances précédentes.

M. HIRSCH n'étant pas géologue ne prétend pas discuter ce très intéressant travail. Il en apprécie hautement l'idée fondamentale et originale d'invoquer, pour l'explication des époques géologiques, la température à la surface terrestre et dans l'atmosphère, ainsi que la production et la condensation des vapeurs. Il faut attribuer cette température, d'une part, à la chaleur intérieure du globe, qui a diminué peu à peu à la surface, à mesure que l'écorce solide a gagné en épaisseur, et, d'autre part, à l'action solaire, dont l'influence s'est accentuée toujours davantage et a produit ainsi dans la dernière époque les différences des zones climatologiques de la Terre.

M. Hirsch ne désire qu'appuyer les arguments par lesquels M. Ritter a défendu la chaleur du globe et son ancienne fluidité contre les raisons invoquées par quelques savants pour les contester.

Le principal argument mis en avant, entre autres par M. Hermite, est emprunté aux observations thermométriques faites dans le puits de mine le plus profond qui existe. Il a été foré dans les Marches de Brandebourg, près de Speerenberg, où M. Dunker croyait avoir constaté un ralentissement considérable de l'augmentation de la température dans les régions inférieures du puits. Mais cet argument ne résiste pas à une critique sérieuse. Les observations de Speerenberg, reproduites par M. Hermite, montrent bien certaines irrégularités dans la marche de la chaleur avec la profondeur; elles s'expliquent, non seulement par les nombreuses sources d'erreurs auxquelles ces observations sont exposées, mais surtout par les différentes perturbations et influences locales qui se font sentir, comme, par exemple, les eaux qui filtrent à travers les fissures, dans certains cas même par des effets de siphon de profondeurs plus considérables, ou bien le voisinage d'autres couches possédant une température plus anormale, par suite de réactions chimiques, etc. Mais les chiffres de Speerenberg ne permettent nullement

de conclure à un ralentissement de l'augmentation dans les couches plus profondes, car on y trouve seulement deux anomalies, dont la plus forte se rencontre déjà entre 345 et 408 mètres. Plus bas, la progression redevient parfaitement normale, jusqu'à la profondeur de 1064 mètres, où on a observé de nouveau une augmentation plus faible. En général, la série des stations d'observation, aux distances verticales variant de 63 à 404 mètres, n'est pas assez régulière pour pouvoir en déduire une loi pour l'accroissement des degrés géothermiques autre que celle de la proportionnalité. Quoi qu'il en soit, la mine de Speerenberg donne en moyenne, pour l'accroissement avec la profondeur, la même valeur approximative que celle qu'on a déduite des nombreuses autres mines, puits artésiens, et à notre époque des tunnels profonds, savoir 1° pour 30 mètres de profondeur environ. En effet, comme à l'ouverture du puits de Speerenberg, à 30 mètres environ d'altitude, la température moyenne est 8°, tandis qu'à 1269 mètres de profondeur on a observé 48°, l'augmentation moyenne est bien normale. Du reste, si même on voulait admettre, au lieu de la simple proportionnalité, une augmentation qui irait en faiblissant un peu dans les couches profondes, cela ne suffirait pas pour permettre de conclure contre la chaleur centrale et la fluidité de l'intérieur du globe. La seule conséquence qu'on pourrait en tirer serait une épaisseur plus grande de la croûte terrestre, 80 à 100 kilomètres au lieu des 52 kilomètres admis actuellement.

M. Hirsch rappelle ensuite que l'important argument sur lequel se basait M. Roche pour contester la fluidité de l'intérieur du globe a été réfuté par les savantes recherches de M. Tisserand. M. Roche avait relevé la contradiction apparente qu'on croyait exister entre certaines valeurs géodésiques de l'aplatissement, surtout celle de Clarke $\left(\frac{1}{293,5}\right)$ et celle tirée de la théorie de la

précession des équinoxes et de la rotation de la Terre, supposée fluide $\left(\frac{1}{305,6}\right)$. Or, M. Tisserand a démontré que cette contradiction n'existe pas en réalité, puisque Clarke a déduit sa valeur seulement des arcs mesurés en France, en Russie et dans les Indes. En embrassant toutes les mesures d'arcs aujourd'hui connues en géodésie, on arrive à la conclusion que rien ne prouve que l'aplatissement soit plus grand que $\frac{1}{297}$; la valeur donnée par Bessel est même $\frac{1}{299}$. Donc l'accord avec la valeur théorique est suffisant, et on n'est nullement forcé d'admettre avec M. Roche que l'intérieur du globe doit être solide.

M. LÉON DU PASQUIER n'avait pas l'intention de prendre la parole au sujet de la communication de M. Ritter; on a paru reprocher aux géologues leur abstention dans la discussion; elle se comprend, si on envisage qu'un travail qui cherche à expliquer certains faits géologiques, mais qui ne prend pas pour base les faits, ne rentre actuellement plus guère dans leur domaine, car dans ce cas il y a bien des explications probables. Les principes desquels part M. Ritter sont en grande partie qualitativement justes et comme tels incontestables; quant aux conclusions de quantité qu'il en tire, nous sommes complètement inaptes à juger de leur bien fondé. M. Du Pasquier se borne donc à critiquer quelques détails du travail de M. Ritter.

M. Ritter présente comme acquisitions de la géologie ou théories admises par les géologues des idées qui ne réunissent qu'une infime minorité de suffrages parmi eux: le Soleil de 47° et la chronologie en années, sur laquelle il base ses diagrammes. Cette dernière est une pure hypothèse, une évaluation arbitraire peut-être fort opposée à la vérité.

M. Ritter affirme qu'il n'y a pas eu de période glaciaire permienne; en présence de tous les géologues de renom qui admettent le glaciaire permien ensuite de leurs observations, il est impossible de le nier sans autre. De même pour les périodes glaciaires réitérées.

M. Ritter place le changement du régime climatérique à la surface de la Terre — passage du régime de la chaleur interne à celui de la chaleur solaire — dans le miocène. En réalité, il a eu lieu sûrement avant le tertiaire, peut-être avant le crétacé, ce qui change également tous les diagrammes.

La théorie de M. Ritter n'est pas nouvelle; Lecoq et Weatherney ont émis à peu près les mêmes idées sous une forme différente, mais elles n'ont jusqu'à présent satisfait ni les météorologistes, ni les géologues qui se sont occupés de la question.

M. RITTER répond à M. Du Pasquier qu'il a dû avoir recours à des nombres pour construire ses diagrammes. Il ne s'est pas dissimulé qu'ils sont très approximatifs; on pourra toujours les corriger plus tard, car ce domaine a été peu travaillé, et il y a une riche moisson à y récolter. Il faut pour cela étudier les montagnes à fond.

La valeur absolue des nombres n'est rien dans le cas particulier; la proportionnalité est seule en cause et celle-ci est fondée sur des faits, savoir la puissance des masses sédimentaires ou autres, constatée par les géologues.

La période glaciaire du permien n'est pas admise par tous les géologues, il en est qui la nient, et c'est la majorité. Qu'il y ait eu des glaces au sommet des condenseurs pendant le permien, c'est possible, mais une phase glaciaire comparable à celle des temps quaternaires, que l'on puisse qualifier de période générale glaciaire, jamais on n'arrivera à le démontrer. Quant aux phases glaciaires, elles peuvent très bien provenir d'une modification dans la forme des condenseurs, phénomène qui aurait entraîné

un changement dans l'accroissement des glaciers. Quant aux zones climatiques, M. Ritter est d'accord avec M. Du Pasquier; elles ont commencé bien avant le miocène, elles ont pris naissance avec l'atmosphère elle-même, et dans les régions élevées de celle-ci d'abord, pour descendre peu à peu à la surface de la Terre et y gagner toujours plus d'intensité, jusqu'à disparition presque complète des effets calorifiques internes, comme cela a lieu aujourd'hui.

Prétendre que le tertiaire et même le crétacé n'ont pas subi les effets de cette substitution lente et progressive, c'est avancer un argument absolument inadmissible, la faune et la flore de ces époques aux diverses latitudes prouvant le contraire. Sans les effets de la chaleur interne, encore et variablement sensibles dans les diverses zones à ces époques, variabilité sur laquelle est basée toute sa théorie glaciaire, contrairement à celle de MM. Lecoq et Weathney, M. Ritter pense qu'on n'arrivera jamais à établir un système ou une théorie expliquant mieux les faits révélés par les masses erratiques et glaciaires de l'époque quaternaire. Au reste, il espère que les adversaires de sa théorie, qui liront attentivement sa communication, voudront bien la réfuter plus complètement que par voie de discussion: ce qui est écrit est moins sujet à fausse interprétation que les paroles; M. Ritter ne demande pas mieux que de se convertir à une théorie meilleure que la sienne, si l'on en trouve une, mais il croit qu'il attendra fort longtemps.

M. BÉRANECK demande qu'on interrompe la discussion pour permettre l'audition des communications annoncées. En conséquence, M. le PRÉSIDENT donne la parole à M. Hilfiker pour communiquer les résultats de son travail sur les catalogues d'étoiles.

M. HILFIKER cite les causes des divergences entre certains catalogues d'étoiles. Elles proviennent soit d'erreurs

systematiques dans les constantes fondamentales sur lesquelles se basent les calculs, soit de causes locales et personnelles. Il a exécuté un grand nombre d'observations et de longs et minutieux calculs pour vérifier le catalogue de Lœwy. Les résultats de son travail feront probablement l'objet d'une publication spéciale de notre Observatoire cantonal.

M. RITTER est l'auteur d'un projet d'utilisation des forces motrices de la Reuse, qui est soumis en ce moment à l'examen de la Commission des eaux de Neuchâtel. Il fait l'historique de la question et expose la manière dont il a calculé le débit de la rivière. Le régime hydrologique étant très semblable à celui du Doubs, pour lequel on possède toute une série de jaugeages, les débits de ces deux rivières sont proportionnels à la surface de leurs bassins d'alimentation. M. Ritter arrive ainsi à trouver pour la Reuse un débit moyen de $5^{\text{m}^3},093$, et une variation annuelle comprise entre 4^{m^3} et $6^{\text{m}^3},5$ par seconde.

M. HIRSCH relève l'embarras dans lequel se trouvent actuellement les hydrologues. Jusqu'à présent, on a jugé inutile de jauger le débit de nos rivières, pour lesquelles on ne pourra pas toujours appliquer l'ingénieuse ressource de M. Ritter. Passant à l'utilisation des forces motrices, il mentionne le projet de M. Ritter, de deux réservoirs destinés à emmagasiner les hautes eaux et à recueillir celles qui se perdraient pendant les heures ou les périodes de temps pendant lesquelles les forces ne sont pas en activité.

M. WEBER présente un grammophone, forme modifiée du phonographe. L'intérêt de cet instrument réside dans la substitution d'une plaque circulaire en ébonite, sur laquelle les ondulations se déroulent en spirale, à la surface cylindrique en cire de l'appareil d'Edison. Les sons émis par l'instrument sont assez reconnaissables.

SÉANCE DU 25 JUIN 1891

AU CHAMP-DU-MOULIN

Présidence de M. Louis FAVRE

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

La Société prononce l'admission de MM. *Maurice Tripet* et *Jean Beauverd*. Elle désigne MM. *Billeter* et *Tripet* pour la représenter à la session de la Société helvétique des sciences naturelles, qui aura lieu cette année à Fribourg.

M. le PRÉSIDENT présente la statistique suivante des halos observés dans le canton :

Depuis le parhélie du vendredi 9 janvier dernier, dont M. L. Favre a eu l'honneur d'entretenir la Société, il a noté cinq halos de soleil, dont deux à double anneau.

Le premier halo, observé le 22 avril, était la continuation d'un halo de lune du soir précédent 21.

Le 21 avril avait été une belle journée de soleil avec barom. 720^{mm}; temp. min. + 3° et max. + 15° C. Succédant à un jour de forte bise avec — 1° puis + 10°, le matin du 21, on avait observé sur notre lac, devant Saint-Aubin, une couche de glace d'une faible épaisseur, que les bateaux cassaient en naviguant.

Le 22, le halo persista toute la matinée. L'air était calme, le ciel un peu brouillé, le matin, se couvrit de nuages dans l'après-midi, avec pluie le soir. Barom. 719^{mm},9; temp. min. 2°,2, max. 18°,9. Eau tombée 3^{mm},7.

Le 23, pluie fine le matin, peu de soleil. Barom. 716^{mm},1; temp. min. 5°,5, max. 11°,8.

Le 24, pluie tout le jour.

Le second halo a été observé le mercredi 13 mai, avant midi, par un ciel légèrement brouillé. Barom. 719^{mm},3;

temp. min. 14°,2, max. 24°,3. A l'Observatoire, le ciel est indiqué clair, avec orage lointain au S.-O., après 5 h. du soir.

Le lendemain 14, très belle journée avec 24°, mais le surlendemain 15, vent violent avec averses soudaines, et le 16 retour d'hiver coïncidant avec Saint-Peregrin, tous nos sommets du Jura sont couverts de neige. Le 17, pluie et neige toute la journée.

Le troisième halo, plus curieux que les autres, fut observé le vendredi 29 mai, à 11 h. du matin, et persista plus faible tout le reste de la journée. A 11 h. l'anneau était non seulement très visible et coloré rouge en dedans et violet en dehors, mais il se compliquait vers le N.-E. d'un second anneau moins prononcé, coupant le premier et passant par le soleil, sans cependant présenter une intensité lumineuse plus grande aux points d'intersection. M. Favre le fit voir à plusieurs personnes. Ce jour-là, l'Observatoire a inscrit: barom. 718^{mm}; temp. min. 7°,1, max. 20°. Eau tombée 3^{mm}. Etat du ciel brumeux, vent variable, faible. Toutes les Alpes visibles le matin. Orage lointain au S.-E., à 5 h. du soir. Quelques gouttes de pluie vers 8 h. du soir. De halo, comme les autres fois, il n'en est pas question.

La pluie persista pendant la nuit et dans la matinée du lendemain; puis beau soleil, ainsi que le jour suivant; puis avec le 1^{er} juin nous entrons dans la période des orages. Le 4, brouillard le matin comme en automne, soleil et averses.

Le samedi 6 juin, halo de soleil à 10 h. avec tendance à un second halo, coupant le premier. Barom. 715^{mm},1; temp. min. 15°, max. 24°,5. Eau tombée 15^{mm},3. Ciel nuageux, vent variable faible. Orages lointains au S.-O., après midi, pluie d'orage intermittente; orage et forte pluie à 7 1/4 h.

Le lendemain dimanche 7 juin, barom. 713^{mm},6; temp. min. 14°, max. 23°,8. Eau tombée 37^{mm}. On se rappelle le

terrible orage du soir, à 6 $\frac{1}{2}$ h. et la trombe qui a ravagé notre vignoble de Colombier au Landeron.

Le lundi 15 juin, halo double de soleil, mais de courte durée, à 9 h. du matin. Le ciel, couvert le matin, se dégage et la journée est assez belle. Barom. 721^{mm}, 3; temp. min. 10°,6, max. 21°,5. Vent fort le soir et pluie diluvienne toute la nuit, jusqu'à 7 $\frac{1}{2}$ h. du matin, le 16. Le reste de la journée, beau temps.

Il y a maintenant 46 ans que M. Favre observe les halos, soit de soleil, soit de lune, et qu'il est habitué à discerner l'état particulier du ciel qui les produit: d'ordinaire, ce sont les cirrus filandreux, analogues au coton cardé, mais parfois aussi, comme ces derniers temps, une brume légère sur laquelle le vaste anneau coloré se dessine complet avec une netteté remarquable. Il sait que l'opinion des savants qui n'admettent pas la prévision du temps n'attache aucune importance aux halos sous ce rapport; cependant, son expérience de près de 50 années et d'autres témoignages l'ont affermi dans la conviction qu'un halo de soleil ou de lune annonce une perturbation atmosphérique et peut être considéré comme un indice de pluie. Sans doute, il a rencontré quelques exceptions, qui l'ont rendu prudent dans l'énoncé d'une loi, mais elles sont en si petit nombre qu'elles n'infirmement en aucune manière son inébranlable conviction.

M. F. TRIPET fait voir deux plantes appartenant à la flore neuchâteloise, confondues jusqu'ici avec des espèces voisines, le *Pedicularis jurana* (Steininger), de la Combe-Biosse, versant nord du Chasseral, et l'*Iberis decipiens* (Jord.), qui croit abondamment dans les éboulis calcaires au-dessus de Noiraigue et descend par la Reuse jusque sur les bords du lac de Neuchâtel. M. Tripet se borne à signaler ces plantes; il se réserve d'y revenir plus tard et d'en donner une description complète.

La séance est ensuite levée pour permettre à M. Ritter d'expliquer sur place son projet de lacs artificiels à créer au Champ-du-Moulin et au-dessous de la Verrière, afin de régulariser le débit des eaux qui fourniront à la ville de Neuchâtel des forces motrices nouvelles, puis le retour s'effectue par les gorges de la Reuse, par un temps pluvieux et des chemin boueux qui ne parviennent pas à détruire la bonne humeur de ceux qui ont pris part à cette excursion.



LISTE

DES

OUVRAGES REÇUS PAR LA SOCIÉTÉ

du 1^{er} octobre 1890 au 31 décembre 1891

Aarau. Schweizerische Naturf. Gesellschaft. — 1. Verhandl. in Davos, August 1890. 73. Jahresversammlung; — 2. Compte rendu des travaux présentés à la 73^{me} session de la Société, réunie à Davos en août 1890; — 3. Actes de la Société des sc. natur., réunie à Fribourg en août 1891, 74^{me} session; — 4. Compte rendu des travaux présentés à la 74^{me} session de la Société, réunie à Fribourg en août 1891.

Adelaïde (Sud-Australie). Royal Soc. of S.-A. — Transact., vol. XIV, 1.

Albany. 1. University of the state of New-York. — Memoirs, vol. I, 1.

2. New-York state Museum of natur. hist. — 1. Bull., vol. II, 7-10; — 2. Ann. Report of the trustees, n^o 43.

3. New-York state library. — Bull. : Additions, n^o 1; Library School, n^o 1; Legislation, n^o 1.

Amiens. Soc. linnéenne du Nord de la France. — Bull. mensuel, T. IX, 199-222.

Angers. 1. Académie des sc. et belles-lettres. — 1. Souvenir de la séance solennelle du deuxième centenaire de la fondation de l'Académie, célébré le 1^{er} juillet 1886; — 2. Séance solennelle de rentrée, du 22 novembre 1888; — 3. La France préhistorique, par M. Cartailhac : Analyse par M. Piette; — 4. Statuts de l'Académie.

2. Soc. des études scientif. — Bull. 1889, XIX^{me} année.

Annecy. Soc. florimontane. — Revue savoisiennne, 31^{me} année, août-décembre; 32^{me} année, janvier-octobre.

Auxerre. Soc. des sc. hist. et natur. de l'Yonne. — Bull., 44.

- Bâle.* Naturforsch. Gesellsch. — Verhandl., B. IX, 1.
- Bar-sur-Seine.* Soc. d'apicult. de l'Aube. — Bull., nos 116-123.
- Berlin.* 1. K. Pr. Akad. d. Wissenschaften. — Sitzungsber., 1890, 20-53; 1891, 1-40.
2. Deutsche geolog. Gesellsch. — Zeitschrift, XLII, 2-4; XLIII, 1 u. 2.
3. Botan. Verein der Prov. Brandenburg. — 1. Verhandl., 31. u. 32. Jahrg., 1889 u. 1890; — 2. Register über die Verhandl., B. I-XXX, von M. Gürke.
- Berne.* 1. Naturf. Gesellsch. — Mittheil., 1889, nos 1215-1243; 1890, nos 1244-1264.
2. Commission géolog. de la Soc. helvét. des sc. natur. — Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz. Liefer. 31.
- Besançon.* Soc. d'Emulation du Doubs. — Mém., 6^{me} série, vol. 4.
- Béziers.* Soc. d'étude des. sc. natur. — Bull., vol. XI et XII.
- Bistritz.* Gewerbeschule. — Jahresber., XVI.
- Bonn.* Naturhist. Verein der preuss. Rheinlande u. Westfalens. — Verhandl., Jahrg. 47, 2. Hälfte; 48, 1. Hälfte.
- Boston.* Soc. of natur. history. — 1. Mem., vol. IV, 7-9; — 2. Proceed., vol. XXIV, 3 a. 4; XXV, 1 a. 2.
- Brême.* Naturwissenschaftl. Verein. — Abhandl., XII, 2.
- Brest.* Soc. académique. — Bull., 2^{me} sér., T. XV.
- Brünn.* Naturforsch. Verein. — 1. Verhandl., XXVIII; — 2. Meteorolog. Comm., VIII. Ber.
- Bruxelles.* 1. Acad. royale des sc., lettres et beaux-arts de Belgique. — 1. Bull., 3^{me} sér., T. XVII-XXI; — 2. Annuaire, 1890 et 1891; — 3. Catalogue des livres de la biblioth., 2^{me} part.: ouvrages non périodiques: sciences morales et politiques. Beaux-arts.
2. Soc. royale de botan. de Belgique. — Bull., T. I-XXVII.
3. Société royale malacolog. de Belgique. — 1. Annales, T. XXIII; — 2. Proc.-verb., T. XVII, p. LXXIII-CXXIV; T. XVIII et XIX, p. I-LXXXVIII.
4. Soc. belge de microscopie. — 1. Annales, T. XIV et XV; — 2. Bull., 16^{me} ann., 8-11; 17^{me} ann., 3-10; 18^{me} ann., 1.
5. Soc. entomolog. de Belgique. — Annales, T. XXXIII et XXXIV.

Budapest. K. Ungar. geolog. Anstalt. — 1. Jahresber. für 1889; — 2. Mittheil. aus dem Jahrb., B. VIII, 9; IX, 2-5; — 3. Földtani Közlöny : Geolog. Mittheil., XX, 5-12; XXI, 1-3.

Buenos-Aires. Revista argentina de histor. natural, T. I, 1-6.

Calcutta. Geolog. Survey of India. — 1. Mem., Paleontologia Indica, ser. XIII, vol. IV, 1; — 2. Mem., vol. XXIV, 2 a. 3; — 3. Records, vol. XXIV, 1-3; Contents a. Index of the 20 vol., 1868 to 1887.

Cambridge. Museum of comparat. Zoölogy. — 1. Bull., XX, 2-8; XXI, 1-5; — 2. Ann. report of the curator for 1889-90 a. 1890-91.

Cassel. Verein für Naturkunde. — XXVI u. XXVII. Ber.

Catane. Accad. gioenia di sc. natur. — 1. Atti, ser. 4, vol. II; — 2. Bull. mensile, 14-22.

Charleroi. Soc. paléontolog. et archéolog. de l'arrondissement de Charleroi. — Documents et rapports, T. XVII.

Chemnitz. Naturwissenschaftl. Gesellschaft. — 11. Bericht, 1887-1889.

Christiania. 1. Soc. des sciences. — Forhandlinger, 1889, 1890.

2. Universitäts-Sternwarte. — Magnetische Beobachtungen u. stündl. Temperaturbeobacht., August 1882-August 1883, von H. Geelmuyden.

Coimbra. Soc. Broteriana. — Bol., VIII, 1.

Coire. Naturf. Gesell. Graubündens. — Jahresber. B. XXXIV.

Cordoba (Rép. Argent.) Acad. nacional de ciencias. — Actas, T. VI y Atlas.

Dax. Soc. de Borda. — Bull., 1890, 3 et 4.

Dresden. Naturw. Gesellsch. Isis. — Sitzungsber. u. Abhandl., 1890 u. 1891. Jan.-Juni.

Dürkheim. Pollichia. — Jahresber., XLVIII, 4.

Dublin. 1. Royal Irish Academy. — « Cunningham Memoirs », n° VI; — 2. Transact., XXIX, 6; — 3. Proceed. 3^d ser., vol. I, 5; II, 1.

2. Royal Dublin Soc. of sciences. — 1. Scientif. Transact., ser. II, vol. IV, 6-8; — 2. Scientif. Proceed., vol. VI, 10; VII, 1 a. 2.

- Edimbourg.* 1. Royal phys. Soc. — Proceed., 1889-90.
2. Royal Soc. — 1. Transact., vol. XXXV a. XXXVI, part. I, nos 1-8; — Proceed., vol. XVII, 1889-90.
- Ekaterinbourg.* Soc. uralienne. — Bull., T. XII, 1 et 2.
- Epinal.* Soc. d'Emulation des Vosges. — 1. Annales, 1890; — Table alphab. des matières des 28 vol. publiés de 1860 à 1889.
- Erlangen.* Phys.-Medicin. Soc. — Sitzungsber., 22. u. 23. Hefte.
- Florence.* Soc. entomolog. italiana. — Bull., 1890, III e IV.
- Frankfurt a.-M.* Senckenberg. naturf. Gesellsch. — 1. Ber., 1891; — 2. Abhandl., B. XVI, 2-4; Katalog der Vogelsammlung im Museum der Gesellschaft.
- Freiburg i.-B.* Naturforsch. Gesellsch. — Ber., B. V.
- Fribourg.* Soc. fribourg. des sc. natur. — Bull., 1887-1890.
- Genève.* 1. Soc. de phys. et d'hist. natur. — Mém., T. XXXI, 1.
2. Institut nation. genev. — Bull., T. XXX.
- Graz.* Naturwissenschaftl. Ver. für Steiermark. — Mittheil., 1889.
- Greifswald.* Naturwissenschaftl. Ver. für Neu-Vorpommern u. Rügen. — Mittheil., 22. Jahrg.
- Halifax.* Nova Scotian Institute of natur. science. — Proceed. a. Transact., vol. VII, 4.
- Halle.* 1. K. Leopold.-Carolinische deutsche Akad. der Naturforscher. — Leopoldina, 21.-26. Hefte.
2. Ver. für Erdkunde. — Mittheil., 1890.
- Hambourg.* Naturwissenschaftl. Ver. — Abhandl., B. XI, 2 u. 3.
- Harlem.* Soc. holland. des sc. — Archives néerland. des sc. exactes et natur., T. XXIV, 4 et 5; XXV, 1-4.
- Helsingfors.* Soc. pro fauna et flora Fennicæ. — 1. Acta, VI et VII. — 2. Meddel. h. 16.
- Innsbruck.* Ferdinandeum. — Zeitschrift, 3. Folge, 34. Heft.
- Kiel.* Naturwissenschaftl. Ver. für Schleswig-Holstein. — Schriften, B. VIII, 2; IX, 1.
- Königsberg.* Physikal.-ökonom. Gesellsch. — Schriften, 31. Jahrg.

- Lausanne.* 1. Soc. vaudoise des sc. natur. — Bull., 3^{me} sér., vol. XXVI, 102; XXVII, 103 et 104.
 2. Soc. géolog. suisse. — Recueil périod., vol. II, n^{os} 1-3.
 3. Musée d'hist. natur. — Rapport annuel pour 1890.
- Leipzig.* Zoolog. Anzeiger, n^{os} 346-365.
- Liège.* Soc. géolog. de Belgique. — Annales, T. XVI, 2; XVII, 4; XVIII, 1.
- Londres.* 1. Royal Soc. — Proceed., XLVIII, 295; XLIX, 296-302.
 2. Zoolog. Soc. — 1. Proceed. for the year 1890, part. III; 1891, part. II a. III; — Transact., vol. XII, 1-3.
- Lund.* Universit. Lundensis. — Universitets Ars-skrift, T. XXVI.
- Luxembourg.* 1. Soc. botan. du grand-duché. — Recueil des mém. et travaux, T. XII.
 2. Soc. des natural. luxembourg. — « Fauna », 1891, 1-3.
- Madrid.* Observatorio de Madrid. — Resumen de las observac. meteorolog. efect. en la peninsula, etc., 1887 y 1888.
- Magdeburg.* Naturwissenschaftl. Verein. — Jahresber. und Abhandl., 1890.
- Manchester.* 1. Literary a. philosoph. Soc. — Mem. a. Proceed., 4th ser., vol. III a. IV, 1-5.
 2. Museum Owens College. — Report for 1889-90.
- Marseille.* Soc. de statistique. — Répert. des travaux, T. 42.
- Mecklenburg.* Verein der Freunde der Naturgeschichte. — 1. Archiv., 44. Jahrg.; — 2. Die landeskundliche Literatur über die Grossherzogtümer Mecklenburg.
- Melbourne.* Natur.-history of Victoria : Prodrum of the zoology of Victoria, by Fr. McCoy. — Decades XX.
- Meriden* (Connect.) Scientif. Assoc. — Proceed. a. Transact., vol. IV.
- Milwaukee.* Natur. hist. Soc. of Wisconsin. — Occasional papers, vol. I, n^o 3.
- Minneapolis* (U.-S.) Geolog. a. natur. hist. Survey of Minnesota. — Bull., n^o 6.
- Montbéliard.* Soc. d'Emulation. — Mém., 3^{me} sér. vol. XXI, 1.
- Montréal.* 1. Royal Soc. of Canada. — Proceed. a. Transact., vol. VII a. VIII.

2. Geolog. a. natur. hist. Survey of Canada. — Catalogue of Canadian plants, part. V: Acrogens.
- Moscou.* Soc. impér. des naturalistes. — 1. Bull., 1890, 1-3; 1891, 1; — 2. Meteorolog. Beobacht., 1890, 1 u. 2.
- Mulhouse.* Soc. industrielle. — 1. Bull., 1891, févr. à sept.; — 2. Table des matières du programme des prix proposés pour l'année 1891-92; — 3. Table des mat. des sujets traités aux Comités d'utilité publique, 1859-89; — 4. Lois allemandes sur les brevets d'invention et sur les modèles de fabrication.
- Munich.* K. bayer. Akad. der Wissenschaften. — 1. Sitzungsber. der mathem.-physikal. Classe. 1890, I-IV; 1891, I u. II: — 2. Neue Annalen der K. Sternwarte in Bogenhausen, B. I u. II.
- Münster.* Westfäl. Provinzial-Ver. für Wissensch. u. Kunst. — 17., 18. u. 19. Jahresber.
- Neuchâtel.* Soc. helvét. pour l'échange des plantes. — Catalog. des pl. distribuées en 1889.
- New-Haven.* American Journ. of sciences, vol. XL, 238-245; XLI, 246-249; XLII, 250-252.
- New-York.* Acad. of sciences. — Annals, V, Extra nos 1-3.
- Nîmes.* Soc. d'étude des sc. natur. — Bull., 18^{me} ann., 2-4.
- Orléans.* Soc. d'agricult., sc., belles-lettres et arts. — Mém., T. XXIX, 4; XXX, 1-3.
- Osnabrück.* Naturwissenschaftl. Verein. — 8. Ber., 1889 u. 1890.
- Ottawa.* 1. Geolog. a. natur. hist. Survey of Canada. — Contribut. to canadian Palæontology, vol. I, part. III; III, part. III, and Mappes.
2. Commission de géologie et d'hist. natur. du Canada. — Rapport annuel. nouv. sér., vol. III, 1^{re} et 2^{me} parties.
- Padoue.* 1. Soc. Veneto-Trent. di sc. natur. — 1. Atti, XII, 1 e 2; — 2. Bull., T. V, 1.
2. La Nuova Notarisia, ser. II, 1891, janv. et mars.
- Palerme.* Soc. di scienze natur. ed economica. — 1. Giornale, vol. XX; — 2. Bull., 1 e 2.
- Paris.* 1. Soc. zoolog. de France. — Bull., T. XV, 7-10; XVI, 1 et 2.
2. Soc. géolog. de France. — Bull., T. XVIII, 5-8; XIX, 1-3.

3. Soc. nation. d'acclimat. de France. — Revue des sc. natur. appliquées, 37^{me} ann., nos 19-24.
4. Feuille des Jeunes natural., nos 240-252. — Catal. de la biblioth., fasc. 9-11.
5. Laboratoire de géologie de la Sorbonne. — Edmond Hébert : Extrait du discours de M. Hermite, président de l'Académie des sciences.

Philadelphie. Acad. of natur. sc. — 1. Proceed., 1890. I a. III; 1891. I a. II; — 2. Bacteriological laboratory of the Acad. : Preventive inoculation against tuberculosis.

Pise. Soc. toscana di sc. natur. — 1. Mem., T. XI; — 2. Proc. verb., VII, fol. 129-170; 235-346.

Porrentruy. Soc. jurassienne d'Emulation. — Actes. ann. 1889, 2^{me} sér., vol. II.

Prague. Lese- u. Redehalle der deutschen Studenten. — Jahresber., 1890.

Regensburg. Naturwissenschaftl. Ver. — Ber., II. Heft.

Rio-de-Janeiro. 1. Instituto hist. e geogr. Brasileiro. — Revista trimensal, T. LIII, 1, 2; LIV, 1.

2. Musée national de Rio-de-Janeiro. — 1. Archivos. vol. VII; — 2. Le musée national de Rio-de-Janeiro et son influence sur les sc. natur. au Brésil, par L. Netto.

Rome. 1. Reale Accad. dei Lincei. — Atti. ser. 4; Rendiconti. 1890, 2^o sem., VI, 4-6, 8 e 12; 1891, 1^o sem., VII, 1-12; 2^o sem., 1-11.

2. R. Comit. geolog. d'Italia. — Boll., XXI.

3. Biblioth. nazion. centr. Vittorio-Emmanuele. — Boll. delle opere moderne straniere. vol. IV. 1889: Indice alfabetico; V, 2-4; VI, 2, 6-9 e 11.

Rouen. Soc. libre d'Emulation de la Seine-Infér. — Bull. 1889-90.

Saint-Dié. Soc. philomat. vosgienne. — Bull., 16^{me} ann.

Saint-Gall. Naturwissenschaftl. Gesellsch. — Ber., 1888-89.

Saint-Louis. Acad. of science. — The total Eclipse of the sun, January 1, 1889.

Saint-Petersbourg. 1. Acad. impér. des sc. — 1. Mém., 7^{me} sér., T. XXXVII. 11-13; XXXVIII. 1-3; — 2. Mélanges physiques et chimiques tirés du Bull., T. XIII, livr. 1; — 3. Supplément au Bull., T. XXXII, n^o 4.

- Salem.* 1. Essex Institute. — Bull., 21, 7-12; 22, 1-12.
 2. Amer. Associat. for the advanc. of sc. — Proceed. of 38th meeting held at Toronto, August 1889 and of 39th meet. held at Indianapolis, August 1890.
- San-Francisco.* California Acad. of sc. — Occasional papers of the Acad.: I. A revision of the south american Nematognathi or cat-fishes; II. Land Birds of the Pacific District.
- Santiago* (Chili). Deutscher wissenschaftl. Ver. — Verhandl., B. II, 3.
- Stavanger* (Norvège). Stavanger-Museum. — Aarsberetning for 1890.
- Stockholm.* Entomolog. Tidskrift, Arg. 11, h. 1-5.
- Stuttgart.* Ver. für vaterländ. Naturkunde in Württemberg. — 47. Jahresheft.
- Sydney.* Royal Soc. of N.-S. Wales. — Journ. and Proceed., XXIII, 2; XXIV, 1 a. 2.
- Topeka.* Kansas Acad. of science. — Transact. of the 22th ann. meeting, 1889, vol. XII, part. I.
- Trieste.* Osservatorio marittimo. — Rapp. ann. 1888.
- Tromsö.* Museum. — 1. Aarsberetn. for 1889; — 2. Aarshefter, XIII.
- Turin.* 1. Reale Accad. delle sc. — 1. Mem., ser. 2^a, T. XL e XLI; — 2. Atti, XXV, 15; XXVI, 1-11, 13-15.
 2. Osservatorio della R. Università di Torino. — 1. Osservaz. meteorolog. fatte nell' anno 1890, dal Dr Rizzo; — 2. Sulle determinazioni di latitudine eseguite negli anni 1888, 1889 e 1890, di F. Porro; — 3. Effemeridi del Sole e della Luna, per l'orizzonte di Torino e per l'anno 1891 di T. Aschieri; — 4 Sulla stella variabile U Orionis (Chandler 2400), nota di F. Porro.
- Venise.* Notarisia: Commentar. phycolog. — Anno 1890, 20-24; 1891, 25 e 26.
- Vienne.* 1. K. k. Akad. der Wissenschaften. — 1. Sitzungsber.: 1. Abtheil., B. XCVIII, 4-10; 2. Abtheil. a) B. XCVIII, 4-10; XCIX, 1-10; b) B. XCVIII, 4-8, 10; XCIX, 1-10; 3. Abtheil., B. XCVIII, 5-10; XCIX, 1-3, 6-10.
 2. K. k. geolog. Reichsanstalt. — 1. Verhandl., 1890, 10-18; 1891, 1-4, 8-13; — 2. Abhandl., B. XIV: Brachiopoden der alpinen Trias, von A. Bittner; XV, 3: Cera-

todus Sturii. nov. spec. aus den Schichten der oberen Trias der Nordalpen, von Fr. Teller; — 3. Jahrb., B. XL, 3-4; XLI, 1.

3. K. k. zoolog.-botan. Gesellsch. — Verhandl., B. XL, 3 u. 4; XLI, 1 u. 2.

4. Verein zur Verbreit. naturwissenschaftl. Kenntnisse. — Schriften, B. XXX.

5. K. k. Central-Anstalt für Meteorolog.- u. Erdmagnetismus. — Jahrb., neue Folge, B. XXV u. XXVI.

Washington. 1. Department of agricult. — North american Fauna, nos 3-5.

2. Smithsonian Instit. — 1. Contribut. to knowledge, vol. XXVII: Experiments in Aerodynamics, by S. P. Langley; — 2. Ann. report of the board of regents for 1888 a. 1889; — 3. U.-S. National Museum. — Proceed., vol. XII a. XIII; Bull. n^o 38: Report for the year ending June 30, 1888.

3. U.-S. Geolog. Survey. — Ninth ann. Report to the secretary of the interior, 1887-88, by J. W. Powell, Director.

4. U.-S. Coast a. geodetic Survey. — Report of the superintendent for 1888, I a. II; for 1889, I a. II.

5. U.-S. Naval Observatory. — 1. Observations made during the years 1885 a. 1886; — 2. Rep. of the superintendent for the year ending June 30, 1890.

Wiesbaden. Nassauischer Ver. für Naturkunde. — 43. u. 44. Jahrb.

Würzburg. Physik.-Medicin. Gesellschaft. — Sitzungsber., Jahrg. 1890.

Zurich. 1. Naturforsch. Gesellschaft. — Vierteljahrschrift. B. XXXIV, 3 u. 4; XXXV u. XXXVI, 1 u. 2.

2. Schweizerische geodätische Commission. — 1. Das schweizer. Dreiecknetz, 5. Band; — 2. Nivellement de précision de la Suisse, 9^{me} et 10^{me} livraisons.

Zwickau. Ver. für Naturkunde. — Jahresber., 1890.

OUVRAGES REÇUS DE DIVERS SAVANTS

Canestrini, Giov., prof. — Abozzo del sistema acarologico.

Choffat, Paul. — Le tertiaire de Fort-du-Plasne.

Marcou, Jules, prof. — 1. Jura. Neocomian and Chalk of Arkansas; — 2. Genesis of the Arietidae; — 3. The American Neocomian and the Gryphæa Pitcheri; — 4. The Triassic Flora of Richmond, Virginia.

Nipher, Francis-E. — 1. Electrical industries in St-Louis; — 2. The state weather service of Missouri.

Omboni, Giov., prof. — Il coecodrillo fossile *Steneosaurus Barrettoni*, Zigno.

Pihl, O.-A.-L. — The stellar Cluster χ Persei.

Thoulet, J. — L'étude des lacs en Suisse.

Watson, R.-Boog (Rér.) — The marine mollusca of Madeira.



TABLE DES MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DU TOME XIX

	Pages
<i>Ad. Hirsch.</i> — La pendule électrique de précision de M. Hipp	3
<i>G. Ritter.</i> — Sur l'époque quaternaire (avec planche).	17
<i>L. Favre.</i> — Traversée de la Gemmi par un chemin de fer. (Examen critique des projets de MM. James Ladame, ingénieur, et Teuscher, ancien conseiller d'Etat	98
<i>A. Jaccard.</i> — Sur la houille et les présomptions de son existence en Suisse	105
Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal au département de l'Industrie et de l'Agriculture sur le concours des chronomètres observés pendant l'année 1890. <i>Ad. Hirsch.</i> Appendice I.	
Procès-verbal de la 34 ^{me} séance de la commission géo- désique suisse. <i>Ad. Hirsch.</i> Appendice II.	



TABLE DES MATIÈRES

des Procès-Verbaux des Séances

A. AFFAIRES ADMINISTRATIVES

	Pages
Nomination du Bureau pour l'exercice 1891-92 . . .	115
Décisions prises au sujet du Bulletin	115
Communication de M. L. Favre au sujet d'une publica- tion coordonnant et résumant les travaux parus dans le Bulletin depuis l'origine de la Société . . .	116
Offres de services de la Société pour la mise en bon état de la colonne météorologique	116, 119, 122
Démission de membres	119, 125
Proposition de M. Ritter d'instituer une réunion géné- rale annuelle de la Société	121, 122
La question du bloc erratique de Mont-Boudry	131, 132, 136 137
Mesures proposées pour empêcher la destruction des blocs erratiques	135, 136, 139
Comptes de l'exercice 1889-1890	136, 137
Décision prise au sujet du délai accordé aux sociétaires pour le dépôt de leurs communications	137
Réception de membres actifs	147
Liste des ouvrages reçus par la Société. d'octobre 1890 à décembre 1891	151

B. TRAVAUX SCIENTIFIQUES

1. ASTRONOMIE

Sur la photographie astronomique. <i>J. Hilfiker</i>	126
Croquis de paysages lunaires par Tempel. <i>Ad. Hirsch.</i>	126
Sur la marche, pendant les dernières années, de la pendule électrique de l'Observatoire cantonal. <i>Ad.</i> <i>Hirsch.</i>	139
Catalogue d'étoiles lunaires. <i>J. Hilfiker</i>	145

2. PHYSIQUE ET MÉTÉOROLOGIE

Observation d'un parhélie et d'un parasélène. <i>L. Favre</i>	126
Théorie des parhélies. <i>Ad. Hirsch</i>	127
Démonstration d'un grammophone. <i>R. Weber</i>	146
Statistique des halos observés dans le canton depuis le commencement de l'année. <i>L. Favre</i>	147

3. CHIMIE

L'aluminium et sa fabrication. <i>O. Billeter</i>	128
---	-----

4. GÉOLOGIE

Relief géologique du canton de Neuchâtel. exécuté par M. Maurice Borel. <i>A. Jaccard</i>	130
Spéciemens de cartes géologiques de la Suisse et de la France. <i>A. Jaccard</i>	131
Sur la houille et les présomptions de son existence en Suisse. <i>A. Jaccard</i>	137
Sur l'époque quaternaire. <i>G. Ritter</i>	139
Discussion sur le mémoire de M. Ritter concernant l'époque quaternaire	140-145

5. BOTANIQUE

Exemplaire remarquable d' <i>Hydnum coralloides</i> (Scop.) <i>L. Favre</i>	119
Grande abondance de morilles dans le canton en 1890. <i>L. Favre</i>	120
Morilles trouvées à la gare de Neuchâtel en novembre. <i>F. Tripet</i>	121
Mousses de Lesquereux données à l'Académie par M. le Dr H. Christ. <i>L. Favre</i>	129
Deux plantes nouvelles pour la flore neuchâteloise: <i>Pedicularis jurana</i> (Steininger) et <i>Iberis montana</i> (Jord.). <i>F. Tripet</i>	149

6. MÉDECINE

Sur la lymphe du Dr Koch. <i>H. Albrecht</i>	123
Observations de MM. Cornaz et Béraneck.	125

7. DIVERS

Notice sur le chemin de fer de Viège à Zermatt, par M. Paul Favre-Bourcart. <i>L. Favre</i>	116
Sur les freins du funiculaire de Serrières. <i>H. Ladame</i>	123
Projets de voies ferrées reliant Thoune au Simplon. <i>L. Favre</i>	130
Observations de MM. <i>Jaccard</i> et <i>Ritter</i>	130
Débit moyen de l'Areuse. <i>G. Ritter</i>	146



BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE

NEUCHÂTEL

—D+C—

TOME XX

1891-1892

—•••—

NEUCHÂTEL

IMPRIMERIE DE H. WOLFRATH & C^{IE}

—
1892



LA

CONSERVATION DES BLOCS ERRATIQUES

PAR M. LÉON DU PASQUIER, D^R ÈS-SC.

Lu à la séance du 27 novembre 1891

Pourquoi cherchons-nous à conserver nos blocs erratiques?

Chacun croit le savoir: pourquoi! et cependant, lorsqu'on voit le peu d'intérêt qu'éveillent les efforts faits en vue de préserver d'une destruction imminente quelques-uns de ces témoins du temps passé, on se demande si, dans ce cas comme dans d'autres, *indifférence* n'est pas *ignorance*.

S'il en est ainsi, c'est à notre Société qu'il appartient d'éclairer le public et de chercher à lui faire comprendre le but de nos revendications.

Voilà la raison qui m'engage à vous exposer ce que nous entendons par conservation des blocs erratiques.

I

Il serait oiseux de donner ici une définition du terme de *bloc erratique*.

Chacun le sait, les blocs erratiques sont, chez nous, des fragments de roches étrangères à notre sol, ame-

nés du fond des vallées des Alpes par de grands glaciers et déposés sur les bas-fonds du lac ou les flancs du Jura, au temps où l'homme commençait à habiter notre continent.

Aucun document historique ne nous a transmis la description de cette lointaine époque ; à peine une vague tradition des peuples de l'Asie centrale nous parle-t-elle d'une ère de froids excessifs, dans laquelle on a voulu reconnaître la période glaciaire. Nous en sommes donc réduits dans nos tentatives de reconstitution de l'histoire du globe à nous servir des matériaux géologiques, des traces et des dépôts laissés chez nous par les glaciers et dont aucun autre agent physique, à nous connu, ne peut avoir été la cause.

* * *

Nous venons de le dire, ce sont des *traces* et des *dépôts* que les glaciers de jadis nous ont laissés comme témoins de leur passage sur notre sol.

Par places, les surfaces des calcaires jurassiques ont été polies par le lent mouvement des glaciers, qui entraînaient à leur surface inférieure quantité de matériaux meubles, du sable, des cailloux, etc. Sur ces roches polies nous voyons souvent de longues stries rectilignes plus ou moins profondes, causées par les cailloux enchâssés sous le glacier et entraînés par sa marche.

Plus rares sont, chez nous, les excavations circulaires connues sous le nom de *marmites de géants*, et dont le jardin des glaciers, à Lucerne, nous présente de si beaux spécimens.

Enfin, plusieurs géologues voient dans nos trois lacs les traces de l'action excavatrice des anciens

glaciers sur leur fond ; mais c'est là une hypothèse à l'appui de laquelle nous ne trouvons que peu d'arguments.

Quant aux *dépôts* d'origine glaciaire, ils sont nombreux et susceptibles d'être classés en trois catégories.

D'abord, nous avons les blocs erratiques ; ensuite vient la boue glaciaire, la moraine profonde, consistant en un mélange sans ordre de blocs, d'argile, de cailloux souvent striés dans toutes les directions ; puis, en fin de compte, les alluvions glaciaires formées de sables et de graviers erratiques, alpins, stratifiés régulièrement. Tandis que les blocs erratiques représentent, la plupart du temps, le matériel charrié par le glacier à sa surface, sur son dos, en quelque sorte, l'argile glaciaire n'est autre chose que le matériel qu'il entraîne sous lui, sur son fond. Les alluvions, elles, représentent les produits de transport du glacier remaniés par les eaux courantes dues à la fusion des glaces.

* * *

Les surfaces polies ne se trouvent pas partout. Le temps les détruit les unes après les autres en leur enlevant, par désagrégation, leur aspect caractéristique. Telle surface polie, découverte il y a une vingtaine d'années aux abords de notre ville et dépourvue du manteau de terre qui la protégeait, n'est plus aujourd'hui reconnaissable que pour un œil exercé.

Les argiles glaciaires, les moraines profondes sont composées souvent de matériaux de faibles dimensions ; si le spécialiste y distingue d'emblée les traces certaines de l'action glaciaire, il n'en est pas de même du public, qui n'y voit qu'un amas irrégulier

de cailloux et de boue... et encore faut-il qu'elles soient ouvertes aux regards par des tranchées et des carrières, pour ne pas passer complètement inaperçues !

Il en est de même des alluvions stratifiées.

Ce sont donc les blocs erratiques qui fournissent à tous la preuve visible et palpable d'un état de choses passé tout différent de l'état actuel.

N'est-ce pas là un argument en faveur de la conservation d'objets réellement uniques en leur genre et que rien ne saurait remplacer, s'ils venaient à disparaître ?

Uniques, ils le sont bien. Descendez en aval de Soleure, vous aurez bien de la peine à retrouver, même dans les régions autrefois glaciées, sur le reste du territoire de la Suisse ou le long du versant nord des Alpes, en Bavière ou en Autriche, des blocs erratiques se rapprochant par leurs dimensions de la *Pierre-à-Bot* ou du *Mont-Boudry*.

« Mais — entend-on dire — il y en a tant de ces blocs erratiques, qu'il en restera toujours ! Pourquoi vouloir les conserver tous ? »

De fait, il serait impossible de s'opposer à l'exploitation d'un grand nombre d'entre eux et, quels que soient les sentiments avec lesquels nous voyons peu à peu nos forêts se dépouiller d'un de leurs aspects caractéristiques, on est obligé, jusqu'à un certain point, de laisser aller.

II

Voyons maintenant jusqu'où nous pouvons laisser faire, et quels sont, d'une manière générale, les caté-

gories de blocs erratiques qu'il importe absolument de préserver d'une spéculation, désastreuse à notre avis.

Lorsqu'on cherche à se représenter l'aspect que devait avoir notre pays pendant la période glaciaire, on se demande tout d'abord jusqu'où s'étendait donc cette vaste nappe de glace descendant sans cesse des Alpes vers la plaine. Où donc allait-elle se fondre, où finissait-elle ? et, d'un autre côté, à quel niveau atteignait-elle ? quelle était son épaisseur ?

Les traces et les dépôts glaciaires peuvent seuls nous renseigner à ce sujet. Voici ce que nous apprenons d'eux :

La plus grande extension des glaciers des Alpes a été telle, qu'à un moment donné, non seulement toute la région située entre les Alpes et le Jura était occupée par eux, mais encore toute la vallée du Rhin au nord du Jura, jusqu'à Bâle à peu près. Les nombreux fleuves de glace sortis des vallées alpines s'étendaient sur le plateau, traversaient les défilés du Jura en se joignant aux glaciers qui y existaient alors et se répandaient au-delà, opérant le long de la Forêt-Noire leur jonction avec les glaciers propres à ce massif de montagnes.

Il règne un doute relativement aux limites extrêmes de la glaciation ; les blocs sont rares, hélas ! dans cette région ; cependant, il en existe non loin de Bâle et nous pouvons ainsi affirmer que les glaciers des Alpes se sont étendus jusque-là.

Quant aux niveaux supérieurs atteints par les glaces, nous avons chez nous un bloc erratique perché à 1400 mètres d'altitude sur le Mont-Damin ; c'est le plus élevé, il importe donc absolument qu'on le conserve comme monument unique.

D'une manière générale, *nous demandons la conservation de tous les blocs, peu nombreux du reste, occupant les hautes altitudes de notre Jura.*

S'ils devaient disparaître un jour, nous n'aurions plus aucun moyen de fixer les limites supérieures des anciens glaciers, nous nous trouverions ainsi hors d'état de terminer un travail rempli d'intérêt et qui n'est peut-être pas dépourvu non plus, comme nous le verrons, d'une utilité pratique réelle.

* * *

Mais ce ne sont pas seulement les blocs erratiques des régions supérieures dont nous réclamons la protection.

L'étude faite jusqu'à présent des terrains erratiques de la Suisse, nous permet d'affirmer la localisation, dans certaines régions du bas pays, de roches provenant d'affleurements non moins localisés dans les Alpes.

Le long de notre Jura, nous retrouvons en grand nombre les roches caractéristiques du groupe du Mont-Blanc, des vals de Ferret, d'Entremont et de Bagnes. De l'autre côté du lac gisent des blocs provenant évidemment des vallées d'Anniviers et de Saas, tandis que plus loin encore, au sud de Fribourg, c'est-à-dire presque sur la rive droite de l'ancien glacier, on rencontre des roches erratiques originaires des parties les plus supérieures de la vallée du Rhône, des massifs du Saint-Gothard et du Finsteraarhorn. Les granits du Gothard n'existent pas plus sur les rives de notre lac que les blocs de protogine du Mont-Blanc dans le midi du canton de Fribourg. Tous ces blocs ont donc été transportés des Alpes chez nous

sans être en aucune manière mélangés; ce fait étonnant avait été reconnu par *Arnold Guyot*, qui le considérait, avec raison, comme un des arguments les plus puissants en faveur du système glaciaire.

En somme, nous pouvons dire que, de gauche à droite de l'ancien glacier, les variétés de roches erratiques sont rangées dans le même ordre que ces mêmes variétés le sont dans le bassin d'alimentation glaciaire du Valais.

Les fleuves de glace issus de toutes les vallées latérales de la grande vallée du Rhône se rejoignaient dans celle-ci et coulaient en quelque manière côte-à-côte, pressés les uns contre les autres, formant en apparence une masse unique, dans laquelle cependant chaque tributaire conservait un certain degré d'individualité et déposait plus loin, sous forme d'une traînée caractéristique, les roches de son bassin d'alimentation.

De la même manière nous voyons le grand glacier du Valais ou du Rhône se souder dans les environs de Berne avec son confrère de la vallée de l'Aare, puis venait vers l'est le glacier du Saint-Gothard ou de la Reuss, puis celui de la Linth et enfin celui du Rhin, dont les limites extrêmes s'étendent en Souabe, bien au-delà de nos frontières.

Voilà ce que nous enseigne la diversité des roches erratiques.

Supposons que toute la chaîne des Alpes eût été formée d'une roche unique et invariable, il nous serait bien difficile, voire même impossible, de suivre aujourd'hui pas à pas le chemin pris par les grands glaciers d'autrefois.

Mais, il s'en faut de beaucoup que la provenance de toutes nos roches erratiques puisse être fixée avec certitude. Un grand nombre d'entre elles sont communes à toute la chaîne des Alpes, isolées sur le sol étranger, sur la molasse de la plaine ou sur les calcaires du Jura; elles sont de vénérables témoins des anciens glaciers, mais des témoins muets, qu'on interroge en vain sur leur histoire

D'autres roches, au contraire, appartiennent en propre à certaines régions alpines : ainsi les protogines du massif du Mont-Blanc, les schistes verts des Alpes pennines. D'autres encore sont localisées dans les Alpes à des affleurements de quelques kilomètres carrés et appartiennent quelquefois même en propre à de petites vallées de troisième ou de quatrième ordre, à de certains pics, etc.; tels sont, par exemple, les gabbros de Saas.

On comprend que les blocs erratiques originaires d'affleurements aussi peu étendus soient naturellement fort rares. Est-ce trop exiger que de réclamer leur maintien?

Nous ne le pensons pas et nous résumons ce qui précède en demandant *la protection d'une seconde catégorie de blocs : ceux dont le point de départ dans les Alpes est étroitement localisé, ou même peut-être encore mal connu*, car il y a en effet certaines variétés de roches dont on n'a pas reconnu encore le point d'origine exact.

* * *

Parmi tous les témoins de l'âge glaciaire, nous avons demandé qu'on protège d'une manière particulière ceux dont la situation marque les limites extrêmes atteintes par les glaces, puis ceux dont la

provenance localisée fait des sujets d'études particulièrement importants.

Allons un peu plus loin encore : au temps où la théorie glaciaire était un sujet de vives contestations, deux faits contribuaient à embarrasser tout particulièrement ceux qui attribuaient le transport des blocs erratiques à de prodigieux courants diluviens. D'un côté, on voit des blocs énormes, de plusieurs centaines de mètres cubes, déposés bien haut au-dessus du fond de la vallée et qui auraient nécessité pour leur transport des courants vraiment incompatibles avec la topographie du pays. D'un autre côté, on rencontre des blocs délicatement perchés au sommet d'un escarpement (par exemple à la Roche de l'Ermitage), ou dans une position d'équilibre tellement instable, qu'il semble qu'un coup de pied suffirait à les faire basculer. C'est ce qu'on appelle, chez nous, les pierres *abecquées*, ailleurs les *blocs perchés*.

Les gros blocs et les blocs perchés sont actuellement regardés comme deux des principales bases de la théorie glaciaire. En faut-il davantage pour que nous cherchions à assurer la conservation de ces objets, le plus souvent, du reste fort pittoresques, quelquefois même historiques ou légendaires, en raison des traditions ou des superstitions qui s'y rattachent ?

* * *

Comme nous l'avons dit, l'homme avait déjà fait son apparition en Europe au temps de la grande extension des glaces sur notre continent. Il est permis de croire qu'il suivit pas à pas le retrait des glaciers et que, dès que notre pays en fut libre, il s'y établit.

Les grands blocs dont le sol était parsemé paraissent avoir exercé une certaine influence sur son imagination, s'être mêlés à ses croyances ou à ses superstitions, peut-être lui servaient-ils à des usages particuliers; c'est du moins ce que semblent prouver *les pierres à écuelles*. Ces pierres à écuelles sont, en effet, le plus souvent des blocs erratiques aplatis, à la surface supérieure desquels sont creusées plus ou moins régulièrement des cavités hémisphériques en nombre variable. *Les menhirs*, ou pierres dressées, qu'on retrouve chez nous, sont probablement des objets qui ont joué un rôle dans la vie des peuplades primitives de nos contrées; cependant, il ne faudrait pas conclure de chaque pierre dressée à un menhir, beaucoup d'entre elles peuvent avoir été déposées dans cette position par le glacier lui-même.

Quoi qu'il en soit, *il suffit d'avoir mentionné les menhirs et les pierres à écuelles pour avoir touché à un nouveau côté de la question, celui qui nous fait voir dans un certain nombre de nos blocs erratiques de véritables monuments préhistoriques, assurément bien dignes de respect.*

* * *

Enfin, on sait depuis longtemps que les nombreuses colonies de plantes alpines qu'on rencontre dans le Jura sont étroitement liées à la présence des dépôts glaciaires.

Quelques plantes rares ne se trouvent plus que sur deux ou trois blocs erratiques dont le maintien acquiert, par là, une certaine importance.

* * *

Nous nous résumons donc en constatant qu'il est désirable que des mesures efficaces soient prises en vue d'assurer la conservation du plus grand nombre possible de nos blocs erratiques.

Parmi eux, on doit particulièrement éviter la destruction :

1^o de ceux des altitudes supérieures ;

2^o de ceux dont la provenance peut être étroitement localisée ou reste encore problématique ;

3^o des blocs de grandes dimensions et des blocs perchés ;

4^o de tous les blocs qui peuvent être regardés comme des monuments des temps préhistoriques.

5^o des blocs qui portent des colonies de plantes alpines.

III

Jusqu'ici, nous n'avons encore abordé qu'une des faces de la question des blocs erratiques, celle qui touche le plus directement notre Société : leur utilité au point de vue de l'investigation scientifique proprement dite.

Personne sans doute ne contestera l'intérêt considérable que présentent les résultats acquis déjà, et chacun peut se rendre compte maintenant de nos *desiderata* et du sens dans lequel nous comptons pousser l'étude des phénomènes glaciaires anciens. Et cependant, pour la plupart, quelques écus sonnants sont préférables à une connaissance qui, si intéressante qu'elle puisse être, n'en paraît pas moins d'une utilité pratique fort douteuse, nulle peut-être.

Il faut avoir atteint déjà à un certain degré de développement intellectuel pour se pénétrer de cette grande vérité, qu'aucune connaissance scientifique, aucune découverte nouvelle n'est inutile, fût-elle même au premier abord toute théorique et inapplicable. Les expériences de *Galvani* pouvaient paraître au siècle dernier de simples curiosités inutiles : faire contracter des cuisses de grenouilles par l'attouchement simultané de deux lames de métaux différents, à quoi cela pouvait-il bien mener ? A quoi ? l'avenir l'a montré : il suffit de rappeler que toutes les applications, si nombreuses de nos jours, de l'électricité, remontent à ces mémorables expériences de Galvani.

Nous n'attendons pas de l'étude de nos formations glaciaires de pareilles révolutions scientifiques et industrielles ; cependant, nous sommes persuadés qu'elle conduira à quelque chose dans le domaine de la pratique, et qu'à ce point de vue encore elle ne mérite en aucune façon les sourires dédaigneux qu'on lui prodigue.

* * *

Les phénomènes glaciaires ont de tout temps provoqué des tentatives d'explication. Pour rendre compte de l'ancienne extension des glaces, on a forgé des hypothèses basées sur les lois connues de la physique, on a cherché à mettre en accord avec les faits de la nature les conséquences déduites de ces hypothèses, en un mot, on a fondé des théories. Les idées les plus contradictoires se sont tour à tour disputé l'empire de l'opinion. Autrefois il fallait, pour donner lieu à une époque glaciaire, une quantité moins grande de chaleur que celle que nous recevons aujourd'hui, un refroidissement ; plus tard, on a de-

mandé, au contraire, davantage de vapeurs dans l'air, c'est-à-dire davantage de chaleur; puis sont venues les théories cosmiques qui ont mis le comble au désordre.

Inutile de dire que dans ces temps de manie de théories, la nature a été violentée de toutes manières et simplifiée de façon à ne plus paraître en quelque sorte que comme un petit coin de laboratoire dans lequel le physicien élimine à volonté les forces afin d'y expérimenter à l'aise, on en faisait une nature contre nature!

De ce peu de respect pour les faits est résultée la contradiction flagrante des théories, car la nature, elle, ne se contredit pas.

Enfin, on a fini par où l'on aurait dû commencer et les savants ont reconnu qu'aux spéculations de cabinet il était préférable de substituer, pour le moment, l'étude des conditions d'existence des glaciers actuels à la surface du globe.

Les glaciers existants sont actuellement étudiés un peu partout; la climatologie du globe, et particulièrement des régions glacées, a fait de rapides progrès, l'étude des anciens glaciers alpins a montré que leur existence n'était due qu'à une exagération des circonstances climatologiques actuelles. Enfin, les recherches faites sur les variations périodiques des glaciers révèlent de plus en plus les relations qui existent entre l'extension des glaces et certains éléments météorologiques.

Mais, ce qui est plus important, c'est que, de toutes ces investigations auxquelles les glaciers d'autrefois ont plus ou moins donné lieu, ressort assez clairement l'existence d'une périodicité climatologique.

Une série d'années froides ou humides succède à intervalles assez réguliers à une série contraire.

Chacun comprend la portée énorme de cette découverte et l'importance qu'il y a à la perfectionner de manière à arriver, si possible, à une prévision plus ou moins certaine des périodes d'années favorables ou défavorables. Je ne m'étendrai pas maintenant sur ce sujet, il me suffit d'avoir rappelé qu'une découverte grosse de résultats pratiques est née de l'étude des phénomènes glaciaires; dès lors les qualifications d'oiseuse et d'inutile, qu'on attribue implicitement ou explicitement à cette étude, ont moins de raison d'être aujourd'hui que jamais.

* *

D'autre part, les moraines et les blocs erratiques de certaines régions de la Suisse deviennent de plus en plus un lieu de pèlerinage des géologues de tous pays. Qu'on les détruise, et les hommes de science se porteront ailleurs, là où, de par l'Etat, les vestiges de l'époque glaciaire auront été conservés. Sans doute, la perte matérielle qui en résulterait ne serait pas grande pour le moment, car les géologues ne sont pas légion! Mais, qu'on ne s'y trompe pas, ce qui est maintenant encore le patrimoine de quelques initiés appartiendra demain au grand nombre. Pourquoi donc enlever à notre pays une de ses principales curiosités naturelles, méconnue et en apparence inutile aujourd'hui, mais susceptible de devenir bientôt l'objet d'un intérêt général.

* *

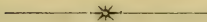
Enfin, si l'on se demande quel avantage le pays retire de l'exploitation des blocs erratiques, on est bien obligé de constater qu'il est nul.

Dans plusieurs cantons, cette exploitation avait causé un tel préjudice aux forêts que les autorités durent l'interdire sur leurs domaines.

De plus, les communes et les particuliers vendent leurs blocs à des prix dérisoires. Tel entrepreneur — étranger naturellement — après avoir payé un bloc cinquante ou cent francs, en a retiré de cinq à dix, voire quinze mille francs.

Si l'on faisait le compte de tout l'argent disparu du pays par ce moyen, on arriverait bien vite aux centaines de mille francs.

Il faut convenir que le système d'exploitation actuel, à côté de tous les inconvénients qu'il a, comme nous l'avons vu pour l'avenir, est encore, dès maintenant, un mode ruineux de se débarrasser d'un capital qui peut devenir productif un jour ou l'autre.



SUR
QUELQUES LARVES INÉDITES DE RHOPALOCÈRES
SUD-AFRICAINS

Par M. Henri-A. JUNOD, missionnaire, membre correspondant de la Société

(Lu à la séance du 8 janvier 1892)

J'espère n'être pas indiscret en vous demandant de bien vouloir publier dans votre Bulletin quelques observations que j'ai eu la bonne fortune de faire à Rikatla (district de Lourenço-Marquez, Delagoa-Bay), pendant ces dernières années. A mon départ d'Europe, j'ai pris la ferme résolution de vous communiquer les découvertes qu'il pourrait m'être donné de faire dans le pays nouveau où ma vocation m'appelait. Je m'en ouvris à l'un des membres de votre Société, M. le Dr Billeter, qui m'y encouragea fort aimablement. Permettez-moi donc de vous adresser cette première correspondance, qui sera suivie d'autres, si Dieu me prête vie et si dame Nature veut bien me révéler encore quelques-uns de ses secrets.

A vrai dire, ce ne sont pas les nouveautés qui manquent dans ce pays et sur cette côte basse de Delagoa-Bay, région intermédiaire entre la zone torride et la zone tempérée, où les formes tropicales et celles du Sud se donnent rendez-vous. Jusqu'à ces dernières années, la faune lépidoptérologique du district était très imparfaitement connue. M. et M^{me} Monteiro se sont donné la tâche de l'explorer à fond,

et ils y ont réussi, du moins en ce qui concerne les Rhopalocères. Leurs découvertes ont été suivies avec attention et consignées avec une scrupuleuse exactitude par M. Roland Trimen, le conservateur du Musée du Cap, qui étudie depuis de nombreuses années la faune entomologique du sud de l'Afrique, et a publié en trois volumes la description de toutes les espèces trouvées jusqu'ici. Son ouvrage (*South-African Butterflies*) est un chef-d'œuvre de patience et un monument scientifique de premier ordre. Les descriptions claires et complètes, les renseignements étonnamment riches sur la distribution géographique des espèces en font un guide précieux et indispensable pour quiconque désire connaître les papillons sud-africains. Il n'est pas nécessaire de feuilleter longtemps ces trois volumes pour constater que Delagoa-Bay est l'Eldorado du Sud de l'Afrique au point de vue lépidoptérologique. Lourenço-Marquez a acquis, à cause de sa fièvre, une réputation assez mauvaise pour qu'il lui soit permis d'être intéressant dans d'autres domaines.

Il me serait difficile de caractériser déjà, d'une manière générale, la faune du district. J'amasse encore des matériaux qui me permettront un jour peut-être de traiter le sujet dans son ensemble. En fait, deux nouvelles espèces de Rhopalocères me sont déjà tombées entre les mains, et j'espère que ce ne seront pas les dernières. Elles seront décrites par M. Trimen.

Le travail préparatoire à accomplir encore est considérable d'ailleurs. Il me paraît que les deux domaines à explorer pour le moment sont :

1^o Celui des *larves de Rhopalocères*, dont fort peu encore ont été décrites. Sur 47 espèces de *Lycaena*,

2 seulement ont livré le secret de leur larve, et ce sont deux espèces que l'on trouve aussi en Europe : *L. Bætica* et *L. Telicanus*. Les chenilles de 7 *Acræa* seulement sur 20 sont connues. Celles de 3 *Charaxes* sur 17 ont été trouvées. Il est des genres entiers dont la science semble ne pas encore connaître les premiers états. La matière est donc abondante et il suffit de quelques battues pour amasser un certain nombre de formes nouvelles. Je me permets de vous soumettre aujourd'hui la description des larves et chrysalides des espèces suivantes : *Crenis Boisduvali* Wallengr., *Godartia Wakefieldii* Ward et *Charaxes Ethalion* Boisd.

2° Le second domaine qui se présente, immense, à l'exploration de l'entomologue, c'est celui des papillons communément appelés « Papillons de nuit ». Ici, je ne crois pas me tromper en déclarant que la plupart des formes sont nouvelles. Les Arctiides, Bombycides, Liparides, Psychides, etc., bref les diverses familles de Nocturnes, n'ont été l'objet que de fort peu d'étude jusqu'ici. La grande difficulté, c'est de savoir ce qui a été réellement décrit déjà. On dit que Walker, un savant anglais, a publié une foule d'espèces dans les Annales du Musée britannique, mais cela d'une manière si superficielle qu'il faut avoir les exemplaires du Musée sous les yeux pour les identifications. Il faudrait donc trouver un spécialiste auquel on pût envoyer la description des premiers états et les imago, et qui fût capable soit d'identifier, soit de décrire ces derniers. Une connaissance préalable des principaux genres africains serait nécessaire pour ce dernier travail. Je ne désespère pas de rencontrer le savant qui pourrait rendre ce service à la faune

« nocturne » de Delagoa-Bay. S'il se trouvait parmi vous, Messieurs, j'en serais fort heureux. La publication des nombreuses espèces que j'ai obtenues déjà par l'élève des chenilles pourrait ajouter un élément d'intérêt au Bulletin.

Pour le moment, je dois me borner à la description de quelques chenilles et chrysalides de Rhopalocères, dont l'imago seul était connu.

I. Premiers états de la *Crenis Boisduvali* Wallengr.

La *Crenis Boisduvali* est la plus petite des 9 espèces, toutes éthiopiennes, qui se rattachent au genre *Crenis*. Elle a été décrite en 1857 par Wallengren (K. S. Vet-Akad. Handl. Lep. Rhop. Caffr., p. 30, n° 2) et trouvée dans une seule localité de la Colonie du Cap, au Zululand, à Natal et à Delagoa-Bay. C'est un petit papillon brun foncé dont le mâle est d'une couleur absolument uniforme (sauf une teinte jaunâtre aux ailes postérieures), tandis que la femelle présente aux ailes antérieures une bande jaune-brune, traversant le disque obliquement.

Voici *la description* de la chenille après la dernière mue : Longueur, 2 à 2 $\frac{1}{2}$ centimètres; largeur, 2 millimètres. Forme : *circulaire*, aplatie sur la face ventrale. Couleur générale : brun clair, brillant, avec des points noirs. Tête noire, lustrée, d'une forme particulière; aux deux côtés du front, il y a des protubérances coniques entre lesquelles il reste une dépression très marquée. Lèvre supérieure noire, surmontée d'un triangle brun clair, lequel est bordé d'une ligne très fine se prolongeant dans la dépression. Toute la

tête est comme parsemée de points jaune clair, qui lui donnent une apparence grênelée. La couleur fondamentale du corps est un brun luisant, avec une ligne dorsale noire, bien marquée, et une bande stigmatale tirant sur le violet et bordée du côté du ventre par une ligne blanchâtre. Entre la ligne dorsale et la bande stigmatale, il y a à chaque anneau et de chaque côté deux points noirs superposés, portant un piquant (généralement unique, mais parfois on en distingue un ou deux autres plus petits à côté) de 1 millimètre de longueur, très noir. On en remarque un semblable au bout de la ligne dorsale et aux côtés du clapet anal, qui est jaune brun. Face ventrale, pattes membraneuses vert jaune. Pattes écailleuses noires.

Developpement et mœurs. La femelle dépose évidemment tous ses œufs à la fois, car les larves, au sortir de l'œuf, sont toutes rassemblées sur une seule feuille et vivent en famille, serrées les unes contre les autres durant toute leur vie, jusqu'à la dernière mue. Elles sont verdâtres, à peine longues de 3 ou 4 millimètres, la tête déjà noire et brillante; elles mangent l'épiderme des feuilles. Les familles varient de 30 à 70 individus. Elles muent trois ou quatre fois. La nouvelle tête commence par être verdâtre et prend peu à peu sa couleur plus foncée pour finir par être noire à la veille de la mue suivante. Ce n'est qu'après la seconde mue, m'a-t-il paru, qu'elles commencent à s'éloigner un peu les unes des autres et à manger la feuille entière, et non plus seulement son parenchyme. Au reste, elles sont très sensibles au moindre attouchement et se laissent tomber suspendues au fil visqueux qu'elles secrètent. Le temps nécessaire à

leur développement ne doit pas dépasser 11 jours; elles se mettent alors en chrysalides.

Pour cela, la chenille se suspend par l'extrémité anale à un tissu qu'elle a préparé contre une feuille ou contre un rameau. Elle devient verdâtre et se recourbe un peu sur elle-même en crochet. Elle est moins ramassée sur elle-même que les chenilles de *Charaxes* et de *Godartia*, chez lesquelles la tête arrive au niveau de l'extrémité anale, mais davantage que les larves d'*Acraea*, qui restent à peu près droites. Au bout d'un ou deux jours, la peau tombe et la chrysalide apparaît dessous.

La chrysalide. Longueur : 2 centimètres. Tête bifide, quoique pas très profondément. Sur le dos, une grande proéminence conique, émoussée, d'un millimètre de haut. Deux très petites proéminences aux côtés et à l'avant de la grande. La plaque des ailes est très grande et présente aux côtés des expansions entre lesquelles il y a un sinus peu profond. L'abdomen est légèrement recourbé et très mobile¹. Quant à la couleur, elle présente deux *types très distincts* : certaines chrysalides sont d'un vert-perle uniforme, plus foncé sur le dos que sur le ventre. Une fine ligne blanchâtre ou jaunâtre se remarque parfois sur la proéminence dorsale et le long de la plaque des ailes, et un ou deux traits noirs au front et au crochet abdominal, par lequel la chrysalide se suspend.

Le second type de coloration est fort différent. La couleur fondamentale est brun-gris (parfois tirant sur

¹ M. Trimen, qui a trouvé des chrysalides de *Crenis Boisduvali* à Durban, en donne une description analogue. Mais comme l'imago était sur le point de sortir, il n'a pu noter la couleur avec certitude.

le vert). Mais la chrysalide est ornée d'une quantité de traits noirs, formant des dessins très compliqués et artistiques sur le dos: la proéminence dorsale est en effet entourée d'une succession de triangles, carrés et points symétriques. Des lignes noires courent le long des nervures des ailes; une autre se prolonge sur la face ventrale de l'abdomen jusqu'au point d'attache de la chrysalide, où elle se divise en deux. Sur la face dorsale de l'abdomen, il y a sur la ligne médiane: trois grands dessins se succédant d'avant en arrière, l'un en forme de cône tronqué, l'autre en forme de bouteille large et aplatie, le troisième en forme de demi-cercle avec un point au milieu. Plus bas, c'est une succession de petits points très serrés, arrivant ou n'arrivant pas au point d'attache. Aux côtés, deux lignes de points semblables. Ces dessins sont d'ailleurs très variables. Tantôt les trois premiers forment une grosse tache noire unique avec deux points de la couleur fondamentale au milieu, tantôt, par contre, la coloration noire est très réduite. On peut donc trouver des variétés infinies à traits plus fins ou plus opaques. Néanmoins, les deux types demeurent distincts, lors même qu'il se rencontrerait des intermédiaires. Je pensais que cette singulière différence de facies correspondait peut-être à la différence des sexes; mais en isolant des spécimens des deux types, j'ai constaté qu'il n'en était rien.

La chrysalide pousse au noir lorsque l'imago est sur le point de sortir, phénomène qui se produit au bout d'un stage de 8 à 9 jours.

Ainsi la durée totale du développement d'une *Crenis Boisduvali* est de trois semaines environ; c'est un temps fort court, — et ce petit nombre de jours

est d'autant plus remarquable qu'on trouve la chenille durant l'automne et l'hiver, et non en été, où la grande chaleur hâte l'évolution de tous les insectes. M. Trimen raconte avoir constaté comme minimum absolu huit jours pour le stage de chrysalide, chez une espèce d'*Acræa* durant l'été. Ce minimum est atteint par la *Crenis Boisduvali* en hiver. Aussi les familles se succèdent-elles les unes aux autres avec rapidité sur les saules ¹ (sp ?) que dévorent les *Crenis*, du mois d'avril au mois d'août. J'en ai vu fort peu aux autres mois et serais enclin à envisager cette espèce comme surtout hivernale. Le 10 mai, j'en ai vu des centaines de familles sur les saules d'un certain district (Zihlahla), éloigné de deux heures de Rikatla. Les papillons volaient aussi en quantité, de leur vol rapide, brusque, court; ils affectionnent de venir se poser sur les surfaces claires et lumineuses, branches à écorce grise, par exemple, où la couleur de la face inférieure de leurs ailes les protège en les rendant invisibles. En juillet et août, j'ai aussi observé plusieurs familles sur un saule voisin de ma demeure. Tous les deux ou trois jours j'en trouvais de nouvelles. Elle se laissent élever très facilement en boîtes.

2. Premiers états de la *Godartia Wakefieldii* Ward.

En battant un arbuste, nommé par les indigènes « Morintima », j'ai obtenu un certain nombre de chenilles fort intéressantes, que je prenais au premier

¹ J'espère pouvoir donner le nom de l'espèce d'arbrisseau dont se nourrit la *Crenis Boisduvali*, quand j'aurai reçu la détermination des plantes que j'ai séchées.

abord pour des Charaxes. En les élevant et en obtenant l'insecte parfait, j'ai pu constater que les unes se rapportaient en effet au *Charaxes Ethalion* (Boisduval), tandis que les autres étaient celles de la *Godartia Wakefieldii* (Ward), la seule des six espèces africaines de *Godartia* que l'on ait trouvée jusqu'à Delagoa-Bay. Elle ne descend pas plus au Sud. Il ne semble pas que les premiers états d'aucune *Godartia* aient déjà été décrits.

Description de la larve de Godartia Wakefieldii.
Corps vert, recouvert d'une peau très fine, satinée, avec deux taches jaunes au 6^{me} et au 8^{me} anneaux, et une ligne stigmatale de même couleur. Tête pourvue de quatre cornes, les extérieures très développées.

Longueur : 5 centimètres. Forme : fusiforme, très atténuée postérieurement et aplatie sur la face ventrale.

La tête est d'une forme très curieuse et frappante, verte, bordée de jaune ivoire tout autour, mandibules brunes. Elle est surmontée de quatre cornes, à la manière des larves de Charaxes. Mais au lieu de se diriger toutes quatre en arrière, comme ces dernières, parallèlement, elles forment une figure semblable à une lyre : les deux extérieures, en effet, longues de 1 centimètre, s'étalent, puis se rapprochent comme les montants de la lyre. Celles du milieu sont toutes droites comme les cordes de la lyre. Les premières, dont la gracieuse courbure rappelle celle des cornes de bœufs d'Italie, sont d'une couleur jaune-brun (ivoire passé), cylindriques tout du long, non pointues, hérissées de points verruqueux plus foncés, développés à la base jusqu'à ressembler à des piquants latéraux.

La distance de leurs extrémités est de 1 centimètre à 2 millimètres. Les cornes médianes, longues de 4 millimètres, ressemblent à de gros piquants pointus avec des épines latérales à la base. Entre les deux, sur le milieu de la tête, on distingue deux piquants analogues, mais beaucoup plus petits ($1\frac{1}{2}$ millimètre). Des appendices analogues, de même couleur ivoire, se voient aussi entre les cornes intérieures et les extérieures. Il y en a même deux en dehors, au-dessous et en arrière des grosses cornes extérieures. La tête est ainsi couronnée d'un diadème ininterrompu d'épines.

Le *corps* est uniformément vert brillant, sauf les deux taches susmentionnées et une bande stigmatale jaune-orange allant tout le long du corps et se terminant à l'arrière par deux prolongements triangulaires qui s'écartent un peu l'un de l'autre. Cette bande étroite semble être formée par un repli de la peau, interrompu aux intersections des anneaux. Il est distinctement cilié du 3^{me} au 10^{me} anneau. C'est là aussi que la bande est la plus foncée. Taches dorsales : celle du 6^{me} anneau est la plus grande, semi-circulaire, se rapprochant de l'ovale ; elle est d'un jaune d'ivoire, avec une ligne plus foncée sur le dos et un point vert de chaque côté. Une dizaine de très petites écailles d'argent s'aperçoivent de chaque côté et en dehors des points verts. La tache du 8^{me} anneau est plus distinctement semi-circulaire, mais présente les mêmes caractères.

Face ventrale et pattes stigmatales vertes claires. Pattes membraneuses plutôt brunâtres, mais claires aussi.

Les *mœurs* de cette belle chenille ressemblent à

celles des Charaxes. Elle aime à tisser sur les feuilles un léger vêtement de soie blanche sur laquelle elle se tient, soit immobile, soit balançant rapidement son corps d'avant en arrière, comme pour se bercer !

Description de la chrysalide. Lorsque le moment de la transformation est venu, la chenille se fixe par l'extrémité anale, se recourbe sur elle-même pour former un cercle parfait, à la manière des Charaxes, et devient plus claire. Elle perd ensuite sa peau et sa jolie tête, et la chrysalide apparaît. Elle est beaucoup plus courte que la chenille, n'ayant que 2 centimètres et quelques millimètres de longueur, mais elle est plus large, atteignant en largeur, au bas de la plaque des ailes, 1 $\frac{1}{2}$ centimètre d'un côté à l'autre et 1 $\frac{1}{4}$ centimètre d'avant en arrière. Cette grande largeur au milieu du corps est due à un prolongement considérable à la naissance de l'abdomen, face dorsale, et à deux renflements aux deux angles inférieurs de la plaque des ailes. La partie antérieure et la partie postérieure de la chrysalide sont donc beaucoup moins volumineux que la partie centrale. Il y a pourtant sur le dos, à l'avant, un second prolongement plutôt longitudinal, très émoussé. La plaque des ailes surplombe les parties adjacentes aux côtés et en bas. Le front est droit. Au point d'attache, on distingue sur la face ventrale d'abord deux, puis au-dessus quatre bourrelets semblables à ceux des Charaxes. Quant à la couleur, elle est vert clair, avec des nuages blanc laiteux sur la plaque des ailes et à l'abdomen (face dorsale). Ces taches blanches sont plus distinctes sur la plaque des ailes où on pourrait distinguer quatre bandes transversales de chaque côté, plus une grande tache sur

les yeux. Un curieux phénomène se produit lors de la formation de la chrysalide : la tache jaune du 6^{me} anneau de la chenille y est encore très visible, paraissant sur l'éminence abdominale décrite plus haut. Celle du 8^{me} anneau se voit un peu en arrière. Elles disparaissent au bout d'un ou deux jours.

La durée du stage de chrysalide est de trois semaines à un mois. La première *Godartia Wakefieldii* obtenue de larve est éclosée le 20 juillet. J'ai encore trouvé une petite chenille le 7 août.

La *Godartia Wakefieldii* est un fort bel insecte. La femelle se rapproche des Danaïs et Amauris par la forme des ailes, quoique le mâle en soit fort différent, ayant l'apex des ailes antérieures très émoussé; le vol de l'un et de l'autre ressemble beaucoup à celui d'*Amauris Ochlea*. Les caractères anatomiques ont poussé M. Trimèn à placer ce genre très près des Charaxes. La découverte des premiers états des *Godartia* confirme pleinement sa manière de voir.

Développement de la larve. La chenille jeune a déjà le caractère de l'adulte, sauf que les taches des 6^{me} et 8^{me} anneaux sont cordiformes, les cornes extérieures moins développées par rapport aux intérieures, et la bande stigmatale réduite à une simple ligne.

3. Premiers états du Charaxes Ethalion Boisd.

Le *Charaxes Ethalion*, décrit par Boisduval en 1847 (App. Voy. de Deleg. p. 593, n° 83,) n'a été trouvé que dans l'Afrique méridionale : dans la Colonie du Cap, en Cafrerie, à Natal, au Transvaal et à Delagoa-Bay. C'est une des petites espèces du genre.

Il a été figuré par Staudinger, en 1885 (Staud. Exot. Schmett., p. 58).

Description de la larve. Elle rappelle celle du *Charaxes Brutus*, mais en plus petit, puisqu'elle n'atteint que 27 millimètres. Verte uniforme, sauf une tache jaune paille au 6^{me} anneau. La tête est verte, obscurément bordée de jaune. Quatre cornes, dont les médianes sont plus longues que les externes, et vertes, tandis que ces dernières sont jaunâtres. Toutes les quatre, bien que dirigées en arrière, ont la tendance à rentrer en dedans. Entre les deux internes, qui sont passablement éloignées l'une de l'autre, se trouvent deux très petits piquants *noirs*. Deux points noirs se voient aux côtés et au-dessus de la bouche. Mandibules brunes et non colorées de bleu à l'extrémité comme chez le *Charaxes Brutus*. La peau est finement grênelée. Couleur du corps : vert uniforme. La région stigmatale est plus jaunâtre. Quant à l'ornement du 6^{me} anneau, il a la forme du pourtour d'un cône tronqué : deux traits, jaune paille, aux côtés, dirigés en arrière vers le milieu, le troisième les réunissant derrière. Un second exemplaire avait, semble-t-il, une tache analogue au 8^{me} anneau, mais moins distincte. Je ne saurais affirmer qu'elle se rencontre dans la majorité des cas. Extrémité du corps presque carrée, un peu prolongée aux côtés.

Chrysalide : 2 centimètres (celle du *Charaxes Brutus* a 28 millimètres), ayant la partie abdominale très arrondie, vert uniforme. A peine les points stigmataux sont-ils quelque peu visibles. Le prolongement anal par lequel elle se fixe porte de chaque côté deux bourrelets latéraux, cornés. Deux autres se trouvent

à la naissance de ce prolongement, sur la face ventrale.

J'ai obtenu au bout de trois à quatre semaines une femelle malheureusement pas bien développée et un mâle, que M. Samuel Robert veut bien préparer pour le Musée de Neuchâtel.

Dans une prochaine communication, j'ai l'intention de décrire les larves et chrysalides de quelques autres Rhopalocères : *Acræa Doubledayi* (Guérin), *Papilio Corinneus* (Bertol.), et d'autres, que j'ai trouvées aussi, et dont les premiers états n'ont pas été décrits dans le livre de M. Trimen.



SUR LES

LIMITES DE L'ANCIEN GLACIER DU RHONE

le long du Jura

PAR LÉON DU PASQUIER, D^r ÈS-SC

Notice lue à la séance du 11 février 1892

Le travail que je me permets de présenter aujourd'hui à la Société, résultat de mes recherches des derniers mois de l'année écoulée, n'est qu'un fragment inachevé, une ébauche destinée à attirer l'attention sur un sujet important de la géologie pleistocène suisse ¹.

Mais, avant tout, deux mots sur l'ancienne extension des glaciers alpins, dans le but d'éclairer le sujet aux yeux de ceux qui ne sont pas spécialement géologues.

I

On sait que les glaciers d'autrefois, sortant des Alpes, remplissaient la plaine suisse, traversaient le Jura, sans cependant couvrir ses plus hauts sommets, se réunissaient aux glaciers locaux de quelques-unes

¹ Plusieurs des feuilles de la carte géologique au 1 : 100 000 se trouvant en voie d'être revisées, je désirerais que les observations qu'on trouvera coordonnées dans les lignes qui suivent pussent être complétées et étendues éventuellement à d'autres régions.

de nos hautes vallées et s'écoulaient vers la Bourgogne, la Franche-Comté et le grand-duché de Bade. Une ligne sinueuse tirée de Lyon à Salins et à Bâle, passant le long du versant méridional de la Forêt-Noire et du Randen (au nord de Schaffhouse) et se prolongeant jusqu'au cours supérieur du Danube, enveloppe la région autrefois recouverte par les glaciers du versant nord des Alpes suisses.

Tous les dépôts glaciaires alpins, les blocs erratiques, les roches polies sont situés en deçà de cette ligne, tandis qu'aucune trace ne révèle la présence de nos glaciers au-delà. Nous sommes donc fondés à considérer la ligne en question comme une *limite extérieure* qu'ils n'ont point franchie.

Mais les dépôts erratiques ne sont pas également répartis à l'intérieur de cette ligne, tant s'en faut. Nous l'avons dit, les sommités du Jura, couvertes de neige sans doute, émergeaient par places de la nappe glacée. Je rappelle que la meilleure idée qu'on puisse se faire de l'aspect de notre pays à cette époque, nous en avons l'image lorsque nous contemplons du haut d'une de nos cimes la couche de brouillard qui, l'hiver, recouvre la plaine. Rien d'étonnant donc que les blocs erratiques soient absents de nos plus hauts sommets.

Une étude attentive révèle encore d'autres irrégularités d'un caractère général dans le mode de distribution de l'erratique. Descendons dans la plaine où ces phénomènes ont été étudiés dès longtemps.

Le long du lac de Neuchâtel et de celui de Bienne, puis dans la vallée de l'Aare jusqu'en aval de Soleure, nous avons partout des dépôts glaciaires considérables, masquant par places sur de grandes étendues le sous-

sol rocheux de la contrée. Souvent l'erratique donne au paysage cet aspect particulier décrit par *Desor*¹. La ville de Soleure est encore bâtie sur une moraine. Un peu plus à l'Est, à quelques kilomètres en aval de *Wangen s/A*, une puissante moraine traverse la vallée; là se termine la zone des dépôts glaciaires considérables répandus partout. En aval des moraines de *Wangen*, l'erratique devient très clairsemé, il est absent de certaines régions déterminées; lorsque nous le retrouvons, il ne s'agit la plupart du temps que de blocs isolés et de dépôts sans liaison apparente entre eux. Cette zone de *glacière sporadique* se continue jusqu'aux extrêmes limites de la glaciation, jusqu'à la ligne Lyon-Bâle-Danube dont nous avons parlé.

Le même fait se reproduit dans toutes les grandes vallées de la Suisse : à un point donné, une grande moraine met fin à la zone des dépôts glaciaires généraux.

Voilà pourquoi on a distingué, en Suisse d'abord, deux zones de dépôts glaciaires, qui se sont retrouvées ensuite sur tout le versant nord des Alpes :

1. La *zone externe*, s'étendant de l'extrême limite des glaciers d'autrefois (Lyon-Bâle-Danube) vers l'amont, jusqu'aux grandes moraines terminales. C'est la *zone du glacière sporadique*, caractérisée en outre par la présence fréquente du *Læss*.

2. La *zone interne*, s'étendant des grandes moraines terminales jusqu'aux Alpes, renfermant des dépôts glaciaires considérables et des tronçons nombreux de moraines qui possèdent encore leurs formes exté-

¹ *Le paysage morainique*. Neuchâtel, 1875.

rieures bien définies. Le *Löss* y manque presque complètement.

Petit à petit, par un usage quelque peu abusif, on a employé le terme de *moraines internes* pour désigner la généralité des dépôts glaciaires de la zone interne et en particulier *les grandes moraines terminales qui limitent la zone interne en aval*.

Plus tard, on reconnut que les dépôts de la zone extérieure étaient plus anciens que ceux de la zone interne et on fut même conduit à admettre l'existence successive de deux glaciations du pays, séparées par une époque dite *interglaciaire*, pendant laquelle les glaces s'étaient retirées vers les Alpes d'une quantité qu'il est difficile de fixer encore avec précision, chez nous du moins.

D'après cette théorie, dont la probabilité tend de plus en plus à la certitude, les grandes moraines terminales des vallées de la Suisse ne sont que les dépôts formés au bord même des glaciers pendant leur dernière période d'extension. Les blocs et dépôts de la zone externe les rattachent à une invasion plus ancienne, l'avant dernière, dont les limites sont marquées par la ligne Lyon-Bâle-Danube.

II

Il y a longtemps aussi que, dans le Jura, le même phénomène de répartition inégale de l'erratique en deux zones a été reconnu¹. On n'y avait cependant

¹ Guyot parle déjà en 1847 du « caractère de vétusté » des blocs situés dans l'intérieur du Jura. Les « deux zones » mentionnées par lui sont cependant tout autre chose que ce qu'on s'est habitué plus tard à appeler de ce nom; il s'agit plutôt de deux moraines rentrant dans notre zone interne.

jamais attaché chez nous une grande importance, et cela se comprend, car nous n'avons dans le Jura aucun moyen de constater le grand hiatus chronologique qui sépare les uns des autres les dépôts des deux zones. Notre pays manque de formations *interglaciaires* de quelque importance. Un autre élément qui nous fait défaut aussi, ce sont les véritables alluvions glaciaires, qui ont si puissamment contribué à éclairer les géologues sur l'âge relatif des moraines dont elles dépendent. Notre système glaciaire est donc incomplet, et ce fait seul explique assez le point de vue étroit auquel les géologues romands ont en général jugé la question de la pluralité des époques glaciaires.

III

Les questions que je m'adressais en entreprenant la présente étude peuvent être rangées sous deux chefs :

1. Existe-t-il dans le Jura une limite tranchée entre la zone intérieure et la zone extérieure? Y retrouvons-nous une moraine terminale enveloppant la zone interne, comme cela a lieu dans la plaine?

2. S'il en est ainsi, si une pareille moraine existe réellement, s'agit-il d'une limite contemporaine des grandes moraines terminales de la plaine? Evidemment, dans l'état actuel des choses, il n'était possible de trancher la question qu'en établissant la continuité de cette moraine supposée avec celle de Wangen s/A.

Quant à la première question, l'existence d'une moraine terminale formant, dans le Jura, la limite de la zone interne, on peut y répondre affirmativement.

Sans doute cette moraine, très distincte par places, formant souvent un bourrelet des plus typiques, s'oblitére çà et là, elle change de nature, mais reparait toujours dans son prolongement.

La belle moraine qui s'étend le long du versant méridional du Chasseron a été décrite autrefois par M. *Renevier*¹, qui l'a suivie sur quelques kilomètres de longueur. C'est là que, dans une excursion dont le but était tout autre, je reconnus pour la première fois dans le Jura la limite claire et nette des deux zones. Il y a un contraste frappant entre la zone interne, semée à sa limite de blocs innombrables, et la zone externe, qui en est presque dépourvue, qu'on croirait d'abord avoir affaire à une limite absolue des anciens glaciers. Mais, qu'on ne s'y trompe pas, la région située au-delà de cette soi-disant limite n'est point dépourvue tout à fait de blocs erratiques². Les dépôts glaciaires n'y *manquent* pas; ils y sont rares, voilà tout. Sur le flanc du Chasseron, la moraine ne s'élève pas à plus de 1230 mètres, tandis que des blocs sporadiques se trouvent 100 mètres plus haut et davantage.

Par places, la moraine se détache un peu du versant, la dépression qui a dû exister entre elle et la montagne a été aplanie, il en résulte un petit plateau, une terrasse de champs et de pâturages rompant la monotonie de la pente boisée (environs des Rasses).

¹ Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles, XVI, 1880.

² Guyot indique cette moraine comme limite supérieure du glacier, quoiqu'il n'ignorât pas que des blocs sporadiques se trouvent plus haut encore.

Là où la moraine ne présente pas sa forme extérieure de bourrelet apposé au flanc de la montagne, nous trouvons à sa place une limite tranchée entre la région des blocs nombreux et la zone en apparence dépourvue de blocs (c'est le cas, par exemple, au-dessus des Granges-Champod); puis la moraine proprement dite reprend bientôt, et ainsi de suite.

Tel est l'aspect de cette limite entre Sainte-Croix et Mauborget.

Dans le vallon à l'ouest de Provence, le long de la montagne de Boudry, sur le flanc nord du Val-de-Ruz, sur Chaumont, au-dessus de Lignièrès, le long de Chasseral, sur Bienne, nous retrouvons partout les mêmes apparences : soit une moraine puissante, bien définie, soit une terrasse due à la moraine, soit une ligne tranchée en deçà de laquelle les blocs sont nombreux, tandis qu'ils paraissent manquer au-delà. Mentionnons en passant le versant sud de la chaîne de Tête-de-Ran, le long de laquelle la moraine est très caractéristique et où elle s'élève à 1170 mètres en moyenne. Le versant nord de Chaumont, par contre, ne présente que très peu de blocs.

En aval de Bienne et de la vallée transversale de la Suze, les choses changent en ce que la limite devient plus difficile à suivre. Il y a dans cette région davantage d'erratique jurassique et moins d'erratique alpin. Cependant, de nombreux blocs des Alpes se retrouvent jusqu'à 930 mètres environ sur la montagne de Boujean (Oberberg); ils deviennent fort rares au-dessus de ce niveau et ne sont le plus souvent représentés que par quelques galets, — qu'ils ne manquent pas absolument au-delà de 930 mètres, c'est ce que nous

montrent les blocs, très rares, il est vrai, perchés à plus de 1200 mètres sur la chaîne du Montoz.

Au-dessus de Granges (Grenchen), entre Granges et Soleure, la zone de fréquence des blocs ne dépasse plus guère 730 mètres.

Au-delà de Soleure, les moraines redeviennent plus faciles à suivre et s'abaissent peu à peu vers la plaine. Au S.-E. de Günsberg, la pente devient de plus en plus forte, la moraine descend sur Wiedlisbach, se détache de la montagne et rejoint, vers Oberbipp, le grand amphithéâtre morainique au centre duquel se trouve Wangen.

Voici maintenant un petit tableau des altitudes occupées par la moraine entre l'Aiguille de Baulmes et Oberbipp. Nous procédons en gros de l'ouest à l'est :

Aiguille de Baulmes,	environ 1240 mètres	
Les Rasses,	1210	
La Pidouse,	1200	
Couloir de Provence,	1130	
Côte de Boudry,	1140	
La Cernia sur Rochefort,	1090	} chaîne de Fétu-de-Ran.
Prés devant,	1080	
Les Planches,	1030	
Chaumont (versant ouest),	1100	
Sur Lignières,	1030	
Sur Bienne,	(?) 970	
Montagne de Boujean,	930	
Sur Bettlach,	730	
Près Oberdorf,	700	
Près Günsberg (Kammersrohr),	680	
Près Wiedlisbach,	540	
Raccordement aux moraines de		
Wangen à Oberbipp,	480	

De ces cotes on déduit une pente superficielle d'environ :

8 ⁰ / ₀₀	de l'Aiguille de Baulmes à Oberbipp ;
8 ⁰ / ₀₀	de la montagne de Boudry à »
15 ⁰ / ₀₀	de la montagne de Boujean à »
50 ⁰ / ₀₀	de Kammersrohr à »

C'est-à-dire que la pente de l'ancien glacier du Rhône croissait vers l'aval tout comme cela arrive sur les glaciers actuels.

* * *

Il me reste à faire quelques remarques au sujet des chiffres ci-dessus.

Peut-être sera-t-on étonné de voir la moraine s'abaisser de 30 mètres de l'Aiguille de Baulmes aux Rasses ou de la trouver plus élevée à Chaumont que sur Rochefort.

Ces apparentes anomalies s'expliquent aisément si l'on considère que la chaîne du Chasseron est considérablement en retraite vers le nord sur celle de l'Aiguille de Baulmes, et la chaîne de Tête-de-Ran en retraite sur celle de Chaumont.

L'Aiguille de Baulmes et Chaumont sont, par rapport aux chaînes du Chasseron et de Tête-de-Ran, plus près de l'axe du glacier, plus en amont; le niveau du glacier devait donc, en effet, y être plus élevé.

Une autre singularité est celle du couloir de Provence, dans lequel les glaces ne paraissent pas être montées aussi haut que plus en aval à la côte de Boudry. Le couloir de Provence est une anfractuosité, un angle mort dans lequel le glacier ne devait pénétrer qu'ensuite d'une sorte de remous; il s'y avançait donc lentement, perdait rapidement en hauteur par

suite de l'ablation, ensorte qu'à l'extrémité du couloir la cote, peut-être un peu faible du reste, de 1130 mètres n'a rien de très étonnant. Le même fait de diminution rapide du niveau de la moraine se retrouve dans tous les petits vallons transversaux, par exemple à Sainte-Croix, au petit Brelingard, au-dessus de Rochefort, etc.

Guyot et *Venetz* ont déjà mentionné un autre fait intéressant : l'abaissement local rapide du niveau de la moraine, qui descend en effet en quelques endroits de 50 ou 80 mètres pour remonter ensuite. Sans doute, l'abaissement en question n'est pas aussi considérable que l'avait cru *Venetz*¹, mais ce phénomène est cependant bien réel. On peut lui assigner plusieurs causes ; dans la région que j'ai étudiée, il me semble que la disposition orographique joue un rôle prépondérant. La moraine descend souvent dans les angles morts ; ailleurs, la limite supérieure apparente des blocs ne paraît déprimée que parce qu'elle aurait dû tomber sur une pente trop forte pour permettre le dépôt des blocs. (Plusieurs points en aval de Bienne, entre autres.)

* * *

Deux mots encore au sujet de la *composition* de notre moraine.

Evidemment on y retrouve les roches bien connues du Valais, surtout les protogines du Mont-Blanc, les schistes chloriteux, les arkésines, les gneiss d'Arolla.

¹ *Venetz* dit que la moraine de *Bullet* descend à Bonvillars, Corcelles et Concise, une affirmation que je ne m'explique pas bien, je l'avoue. (Mémoire sur l'extension des anciens glaciers, dans les Nouveaux mémoires de la Société helvétique des sciences naturelles. Tome XVIII, 1861.)

A ne considérer que les blocs anguleux, transportés sans doute sur le dos du glacier, il me semble que la protogine soit de beaucoup la roche la mieux représentée à la limite de la zone intérieure¹. Plus bas, sa proportion relativement aux autres roches paraît diminuer et, chose curieuse, elle est moins fréquente aussi plus haut, c'est-à-dire dans la zone extérieure.

D'autre part, il me paraît de plus en plus clair que la moraine profonde n'a en général pas la même composition que la moraine superficielle, les matériaux y sont bien plus mélangés. C'est ainsi que dans la région étudiée, nous ne rencontrons pas d'euphotides de Saas comme blocs superficiels, tandis qu'il s'en trouve des galets dans la moraine profonde. La *loi de Guyot*, suivant laquelle la distribution des roches dans les moraines est symétrique à celle de leurs gisements dans le bassin d'alimentation, n'est donc strictement applicable qu'à la moraine superficielle, elle n'est qu'une approximation pour la moraine profonde.

Ni l'une ni l'autre des deux observations que je viens d'indiquer n'est, à mon avis, inexplicable. Les glaciers actuels nous en fournissent la clé. Si je m'abstiens d'entrer dans les détails de cette question, c'est que je préfère laisser le temps à de nouvelles observations.

* * *

En résumé, nous venons de suivre entre l'Aiguille de Baulmes et Oberbipp une ligne de moraines qui suit presque partout la première chaîne du Jura et se soude finalement à l'amphithéâtre de Wangen s/A.

¹ Observation déjà faite par Guyot.

On doit donc considérer la première chaîne du Jura comme formant la limite de la branche orientale du glacier du Rhône pendant la dernière glaciation.

Il reste maintenant à rechercher cette limite pour la branche occidentale dirigée vers Genève et Lyon.

En terminant, nous avons attiré l'attention sur deux faits : en premier lieu sur la prédominance apparente des roches du Mont-Blanc dans la moraine latérale superficielle de la branche orientale du glacier du Rhône ; puis sur la non identité de constitution de la moraine superficielle avec la moraine profonde.



LA MÉTHODE DE HERPELL

POUR LA

Création d'un herbier des Champignons Hyménomycètes

PAR ARTHUR DE JACZEWSKI

Notice lue dans la séance du 26 mars 1891

Le moyen de dessécher les champignons du groupe des Basidiomycètes, de manière à en faire des échantillons propres à l'étude et à la comparaison des espèces, a de tout temps exercé la sagacité des savants. Leur consistance charnue les rend en effet impropres à la dessiccation ordinaire employée avec succès pour les Phanérogames; l'enlèvement plus ou moins rapide de l'eau qui constitue la plus grande partie du volume de ces champignons les ratatine au point de les rendre méconnaissables, et a surtout le désavantage de leur enlever leurs vives couleurs qui, comme on sait, servent souvent à établir la distinction spécifique. D'un autre côté, les différents procédés proposés pour remplacer les champignons — tels que moules en papier mâché, dessins, aquarelles, ne sont guère satisfaisants non plus, car rien ne saurait remplacer l'exemplaire vivant, et, de plus, ces procédés ne sont pas toujours à la portée de tout le monde, — les moules en papier mâché ou en cire coûtent très cher et la grande place qu'ils occupent ne permet pas d'en propager l'usage pour les particuliers; quant aux dessins et aquarelles, ils peuvent certainement

être d'une grande utilité pour l'étude, mais tout le monde n'a pas le talent de dessinateur. Le problème se réduisait donc à trouver un moyen de dessécher les champignons ou leurs organes essentiels, de manière à pouvoir en faire un herbier aussi peu encombrant que celui des Phanérogames. Les difficultés de toutes sortes que comporte ce problème, et que comprendront aisément tous ceux qui s'occupent de Cryptogames, paraissent avoir été résolues d'une manière très satisfaisante par M. G. Herpell. Sa méthode est très simple et ne demande qu'un peu d'habitude, qui peut s'acquérir très vite; on obtient alors des échantillons vraiment remarquables, tout à fait inaltérables et présentant, à première vue, les points essentiels de l'organisation, de sorte que la classification d'un exemplaire desséché ne présente plus de difficulté.

Dans sa brochure : *Das Präpariren und Einlegen der Hutzpilz für das Herbarium*, publiée en 1888, M. Herpell décrit tout au long et minutieusement sa méthode. Je n'entrerais donc pas ici dans de trop grands détails, me bornant à décrire le procédé que j'emploie et à l'aide duquel ont été obtenus des échantillons dont l'élégance laisse un peu à désirer cependant, vu cette circonstance que les espèces, recueillies assez tard dans la saison, n'étaient plus de la première fraîcheur.

Je prépare tout d'abord une dissolution de gélatine, 30 grammes dans 150 grammes d'eau, et j'enduis avec cette dissolution, et à l'aide d'un pinceau, des quarts de feuilles de fort papier d'écolier. L'enduit se fait d'un seul côté, aussi épais que possible, et uniforme. La quantité de dissolution indiquée plus haut

me suffit généralement pour une vingtaine de feuilles. Herpell indique même une moyenne de 34 feuilles. Les feuilles sont mises de côté pour être séchées et peuvent être ensuite employées en tout temps. Quand on a recueilli un champignon propre à être conservé, c'est-à-dire encore assez frais et, condition essentielle, pas attaqué par les vers, on prend une feuille de papier gélatiné, puis, après l'avoir humecté du côté non gélatiné, on la place sur un plateau ou toute autre surface plane, le côté gélatiné en haut. On prépare ensuite le champignon de la manière suivante : on le coupe d'abord en deux parties égales ; puis, prenant une de ces parties, on fait une coupe longitudinale aussi fine que possible à travers le chapeau et le stipe, en faisant bien attention, si c'est un *Agariciné*, que la coupe montre distinctement la disposition des lamelles par rapport au stipe. Cette coupe est déposée sur le papier gélatiné et y adhère par une légère pression ; on prend ensuite l'autre moitié et, après avoir coupé à la hauteur le stipe du chapeau, on enlève avec un couteau à bout arrondi, d'abord les lamelles, puis les parties charnues du chapeau, de manière à n'avoir plus qu'une mince couche avec la pellicule, que l'on dépose aussi sur la gélatine. En enlevant les parties charnues, il faut procéder très délicatement, afin de ne pas faire d'accroc à la pellicule, surtout sur les bords ; ensuite on vide de la même manière une moitié du pied, de manière à en obtenir la surface extérieure qui est également appliquée à plat sur la gélatine. La feuille couverte de ces coupes est placée entre les feuilles d'un cahier épais de papier buvard ; chaque cahier ne contenant qu'une seule feuille est séparé

par des journaux, et l'on fait ainsi une pile absolument comme pour sécher des Phanérogames. Au sommet, on dépose une pierre ou un poids d'environ 25 kilogrammes. Au bout de 24 heures, il faut visiter les échantillons. Lorsque les espèces sont humides, elles adhèrent au papier buvard, mais il est facile de remédier à cet inconvénient en humectant avec une petite éponge les endroits qui adhèrent. On change les cahiers et l'on remet sous presse, et ainsi toutes les 24 heures. Au bout de 3 ou 4 jours au maximum, les champignons sont secs et les coupes cependant aussi fraîches que si elles venaient d'être faites, car la gélatine les a empêchées de se ratatiner. Les petits champignons minces peuvent être appliqués sur le papier sans autre préparation.

Les échantillons secs sont ensuite découpés et collés sur de fort carton, de manière à leur donner autant que possible un aspect naturel. En le découpant, on donne au chapeau une forme arrondie et on le colle sur le prolongement du stipe, de sorte qu'on obtient ainsi la représentation fidèle du champignon entier vu de côté. Quant à la coupe longitudinale, on la colle sans autre modification.

Le collage est nécessaire pour prévenir l'enroulement des exemplaires, et, à mon avis, c'est la partie la plus délicate de toute la méthode; j'ai recours à la colle forte, dont je dépose sur les coupes une couche excessivement mince; je maintiens ensuite les coupes sur le carton pendant une dizaine de minutes à l'aide d'un fer à repasser, car il est très difficile d'obtenir immédiatement l'adhérence, surtout celle du stipe. Au bout de ce temps, je place

le carton entre quelques journaux et je mets le tout sous presse jusqu'au lendemain.

Pour compléter les échantillons, il est très instructif de faire des coupes de la même espèce à différents stades de développement, afin de montrer la disposition des *velums universale* et *partiale* dans le jeune âge, l'enroulement des bords du chapeau, etc.

Chaque préparation doit être accompagnée d'une reproduction de la disposition des lamelles; on l'obtient d'après la méthode ordinaire, en déposant pour quelques heures le chapeau sur des feuilles de papier diversement colorées suivant les cas. Cette reproduction est ensuite fixée et collée sur le même carton que le champignon auquel elle appartient. En joignant à ces tableaux un dessin de la forme des spores, la mesure de leurs dimensions, etc., on aura une collection qui, je le crois, ne laissera rien à désirer sous le rapport scientifique.



SUR

UNE NOUVELLE FONCTION DE LA CHOROÏDE

Par Ed. BÉRANECK, professeur, et L. VERREY, médecin-oculiste

L'œil joue chez les animaux et chez l'homme un rôle si important, qu'un grand nombre de savants se sont efforcés de pénétrer la structure histologique de cet organe et d'en déterminer le mécanisme physiologique. Les diverses membranes et les divers milieux du globe oculaire n'ont pas tous la même valeur fonctionnelle. L'appareil dioptrique de ce dernier, qui sert à réfracter les rayons lumineux; le corps ciliaire de la choroïde, qui intervient dans le phénomène de l'accommodation; la rétine, qui recueille et transmet au nerf optique les images des objets extérieurs, ont plus particulièrement attiré l'attention des observateurs anciens et récents. Il en devait être ainsi, la partie optique de l'œil, laquelle concourt directement à la fonction visuelle, étant celle qui nous intéresse le plus. Cette partie optique est complétée par une membrane externe résistante, protectrice, la sclérotique, et par une membrane moyenne, dans laquelle se ramifient de nombreux vaisseaux sanguins, la choroïde proprement dite ou tunique vasculaire. Celle-ci jouerait, suivant les auteurs, deux rôles principaux: 1^o un rôle absorbant: 2^o un rôle nutritif. Il existe à la face interne de la tunique vasculaire une

couche de cellules épithéliales chargées de granulations pigmentaires foncées, c'est le *tapetum nigrum*. Les éléments rétinien, cônes et bâtonnets destinés à recueillir les excitations lumineuses, sont en rapport par leur extrémité externe avec les cellules du *tapetum nigrum*, et le pigment foncé de ce dernier servira en partie à absorber la lumière qui a traversé la couche des cônes et des bâtonnets, en partie à la réfléchir, à la renvoyer à travers les éléments de cette couche, afin de les impressionner à nouveau. Le rôle absorbant qu'on a fait jouer à la choroïde ne lui appartient pas en réalité, car le *tapetum nigrum* ne dépend pas de la tunique vasculaire, mais de la rétine elle-même; embryologiquement, l'épithélium pigmentaire n'est en effet qu'une transformation de la paroi postérieure de la vésicule optique primitive.

Le rôle nutritif de la choroïde est basé sur l'abondance du réseau vasculaire qui s'étend dans cette membrane et en constitue la partie essentielle. Nous reviendrons plus loin sur la disposition de ces vaisseaux choroïdiens, dont les nombreuses ramifications capillaires permettent une circulation très active dans la tunique moyenne de l'œil. A quoi peut donc servir cette riche vascularisation? A la nutrition du globe oculaire, répondent les physiologistes. La rétine, malgré la grande complexité de ses éléments constitutifs, reçoit relativement peu de vaisseaux sanguins; le corps vitré n'est irrigué que pendant la période embryonnaire, et au moment de la naissance, le réseau vasculaire qui le desservait a complètement disparu; les vaisseaux qui entourent le cristallin pendant la vie utérine s'atrophient aussi plus tard. Ainsi, les milieux dioptiques de l'œil ne possèdent

pas dans l'individu adulte de circulation sanguine propre et leur nutrition ne peut se faire qu'aux dépens de la choroïde. Il en est de même pour la rétine, dont le système artériel paraît insuffisant à réparer les pertes dues à l'activité physiologique de cette membrane. Certains savants, pour démontrer le rôle nutritif de la tunique vasculaire, s'appuient en outre sur ce fait que « les maladies de la choroïde altèrent la sensibilité de la rétine à la lumière beaucoup plus que les maladies de la rétine qui siègent dans les plans rétinien internes, dans le domaine des vaisseaux rétinien¹ ».

Le riche développement du réseau capillaire de la membrane choroïdienne ne sert-il qu'à la nutrition des parties peu ou pas vascularisées de l'œil? Nous ne le pensons pas. Il permet encore à cette membrane de remplir chez l'homme et probablement aussi chez les autres vertébrés une seconde fonction que l'on pourrait appeler fonction érectile de la choroïde. Sous l'influence d'une excitation lumineuse ou même d'une simple excitation réflexe, la circulation devient plus active dans la tunique vasculaire, le réseau capillaire devient plus turgescent et cette augmentation de la tension sanguine détermine sur les couches externes de la rétine une certaine pression dont nous décrirons par la suite les effets physiologiques. Nous avons cherché à donner de cette fonction érectile de la choroïde une démonstration directe, mais les résultats auxquels nous sommes parvenus n'étant pas assez concluants, nous y avons renoncé. Voici quel a été notre manuel opératoire

¹ Voir Fredericq et Nuel, *Eléments de physiologie humaine*, II^me partie, page 311.

pour ces premières expériences. Nous avons pris comme sujet un lapin de race russe, dont les yeux sont dépourvus de pigment; il nous était ainsi facile d'observer à l'ophthalmoscope le magnifique réseau vasculaire choroïdien. Le corps de l'animal était enfermé dans une caisse, la tête seule était libre, mais rendue immobile. Après avoir laissé le lapin un certain temps dans l'obscurité, nous lui lançons à des intervalles déterminés un faisceau lumineux dans un des yeux. Nous observions à l'ophthalmoscope le réseau choroïdien de l'autre œil, maintenu dans une obscurité relative, et nous cherchions à voir si à l'excitation lumineuse ne correspondrait pas une plus grande activité circulatoire, se traduisant par une légère dilatation des capillaires de la choroïde. Nous avons répété souvent ces expériences en variant un peu les conditions expérimentales, mais elles ne nous ont pas fourni des données suffisamment rigoureuses et concordantes. Voyant que l'observation directe ne nous permettait pas d'arriver à des conclusions satisfaisantes, nous avons cherché une méthode indirecte, détournée, qui fût applicable à l'homme et dont les résultats pussent être ainsi soumis à un contrôle et à une critique plus serrés. Cette méthode repose sur les expériences bien connues de Kuehne et d'Engelmann. Kuehne, en opérant sur des grenouilles, avait remarqué que, sous l'influence de la lumière, le pigment du *tapetum nigrum* s'avance vers les cônes et les bâtonnets de la rétine et enveloppe l'extrémité externe de ces derniers. A l'obscurité, les granulations pigmentaires se retirent dans la masse des cellules épithéliales et s'éloignent des éléments rétinien. Engelmann a constaté que les cônes et les bâtonnets

réagissent comme le pigment sous l'influence d'excitations lumineuses: ils se raccourcissent à la lumière et s'allongent à l'obscurité. Ces phénomènes sont le plus accusés chez les Vertébrés inférieurs, les Poissons et les Amphibiens. On sait que les cônes et les bâtonnets sont composés chacun de deux segments, l'un interne, tourné vers les fibres du nerf optique, l'autre externe, en rapport avec les cellules pigmentaires du *tapetum nigrum*. Ce sont les segments internes de ces éléments rétinien qui réagissent contre les excitations lumineuses et deviennent plus courts. Les expériences multiples d'Engelmann sur les yeux de grenouille permettent de mieux comprendre le mécanisme des mouvements que subissent les cônes et les bâtonnets. Si, sur un animal en observation, on excite par exemple l'œil droit, l'œil gauche restant dans l'obscurité, ce dernier réagit quand même et ses éléments rétinien se raccourcissent. Il n'est donc pas nécessaire, pour constater ce phénomène, que le globe oculaire soit directement influencé par les rayons lumineux, une excitation réflexe se transmettant d'un œil à l'autre suffit pour cela. On peut aller encore plus loin et déterminer les mouvements des cônes et des bâtonnets par voie réflexe en projetant simplement un faisceau lumineux sur la peau, la tête de la grenouille restant plongée dans l'obscurité. Comment interpréter ces expériences importantes d'Engelmann? Il en ressort le fait incontestable que les réactions mécaniques des cônes, des bâtonnets et des cellules pigmentaires sont placées sous la dépendance du système nerveux. Mais, pour qu'une excitation partant de la peau puisse se répercuter sur les yeux, il faut que les centres cérébraux

soient en rapport avec l'organe visuel par des fibres nerveuses centrifuges ou motrices. Or, les seules fibres qui unissent la rétine au cerveau sont celles du nerf optique. Ce dernier est donc traversé par deux courants nerveux, l'un centripète, c'est-à-dire sensitif, servant à transmettre aux hémisphères cérébraux les excitations lumineuses produites sur les cônes et les bâtonnets; l'autre centrifuge, c'est-à-dire moteur, partant des hémisphères et servant à mettre en branle les réactions mécaniques du *tapetum nigrum* et des éléments rétinien qui s'y rattachent. Cette manière de voir est soutenue par Wiedersheim¹; elle modifie profondément les notions courantes sur les fonctions du nerf optique. Celui-ci, par ses rapports anatomiques et son embryogénie, paraissait devoir être un nerf exclusivement sensitif ou centripète, et Wiedersheim se basant sur les expériences d'Engelmann, en fait un nerf mixte renfermant à la fois des fibres sensitives et des fibres motrices.

Lorsqu'on étudie d'un peu plus près l'interprétation que Wiedersheim donne des phénomènes observés par Engelmann, la transmission d'un courant centrifuge par le nerf optique devient fort obscure au point de vue physiologique. La première question qui se pose est celle-ci : existe-t-il dans la rétine des éléments contractiles capables de produire les mouvements des cônes et des bâtonnets ? La structure histologique de cette membrane permet de répondre négativement. Des huit couches rétinien, en y comprenant le *tapetum nigrum*, aucune ne renferme d'éléments contractiles qui puissent transmettre aux

¹ Voir R. Wiedersheim, *Manuel d'anatomie comparée des Vertébrés*, p. 222.

cônes et aux bâtonnets l'excitation centrifuge partant du cerveau. La cause de ces mouvements doit donc résider dans les cônes et les bâtonnets eux-mêmes. Il est, au point de vue physiologique, assez étrange que les éléments rétiniens chargés de recueillir les excitations lumineuses et de les transmettre aux fibres du nerf optique soient aussi directement influencés par une excitation nerveuse centrifuge. Ils fonctionneraient à la fois comme appareil terminal sensitif et comme appareil terminal moteur, ce qui n'est guère admissible. Il importe de remarquer, pour la compréhension de ces phénomènes, que les mouvements des cônes et des bâtonnets ne sont pas en connexion avec l'activité photo-sensible de ces éléments. Ils ne sont pas une conséquence de cette activité, mais se produisent indépendamment de toute impression lumineuse. On les observe aussi bien sous l'influence d'une excitation réflexe partant d'un point quelconque du corps, que sous l'influence directe de la lumière. Cette double réaction photo-sensible et mécanique des éléments rétiniens externes, dont l'une, de nature centripète, dépend des excitations lumineuses, et dont l'autre, de nature centrifuge, en est indépendante, ne peut être transmise par les mêmes fibres nerveuses et être localisée dans les mêmes centres cérébraux. Du reste, la structure de la rétine, les rapports qui unissent cette membrane au nerf optique, montrent que ce dernier est exclusivement sensitif. Les fibres optiques ne sont pas directement en relation avec les cônes et les bâtonnets. Entre ces deux couches s'en étendent d'autres dont la plus importante, au point de vue qui nous occupe, est celle des cellules ganglionnaires.

Ces cellules s'unissent aux ramifications du nerf optique et envoient des prolongements vers les éléments récepteurs de la lumière. Elles paraissent jouer un rôle important dans les perceptions visuelles, car c'est dans la tache jaune, ou partie la plus sensible de l'œil, qu'elles sont le plus abondantes. La présence de cellules ganglionnaires servant d'intermédiaire entre les éléments sensibles de la rétine et les fibres du nerf optique plaide en faveur de la fonction purement sensitive de ce dernier.

Les mouvements des cônes et des bâtonnets ne sont pas les seuls que l'on constate dans la rétine; les cellules pigmentaires du *tapetum nigrum*, dont les prolongements s'intercalent entre ces éléments rétinien, se rapprochent de la membrane limitante externe sous l'influence de la lumière, et s'en éloignent dans l'obscurité. Ce déplacement de la couche pigmentaire peut se produire aussi sous une simple excitation réflexe; il ne résulte pas seulement d'un entraînement, d'une traction due à la contraction du segment interne des cônes et des bâtonnets, il appartient en propre aux cellules du *tapetum nigrum*, ainsi que le prouve l'observation. Ce déplacement a lieu en même temps que celui de la partie photosensible de la rétine et, selon Wiedersheim, est aussi actionné par les fibres soi-disant centrifuges du nerf optique. Par quel intermédiaire ce dernier agit-il sur le *tapetum nigrum*? nous n'en savons rien. Il n'existe pas de relation entre les fibres optiques et les cellules pigmentaires, à moins de supposer que les éléments de transmission soient représentés par les cônes et les bâtonnets eux-mêmes. Mais les modifications mécaniques dont ces organes photo-sensibles

sont le siège n'intéressent que les segments internes de ces organes, c'est-à-dire ceux qui ne sont pas en contact avec le *tapetum nigrum*. Comment s'accompagnent-elles alors de modifications correspondantes dans la couche des cellules pigmentaires? Ce fait nous paraît inexplicable, si on localise la cause de ces réactions mécaniques dans une excitation centrifuge du nerf optique, comme le veut Wiedersheim.

Il ressort de l'exposé précédent que les mouvements des cônes, des bâtonnets et du *tapetum nigrum* décrits par Engelmann et vérifiés depuis par d'autres observateurs, accompagnent l'activité photo-sensible de ces éléments rétiniens; ils ne sont ni la cause, ni la conséquence de cette activité, puisqu'ils se manifestent aussi sous l'influence d'une excitation réflexe. Ces mouvements ne prouvent pas nécessairement que le nerf optique renferme des fibres sensibles et des fibres motrices. L'histologie même de la rétine parle contre cette interprétation qui nous paraît un peu hasardée, et contraire à ce que nous connaissons de la physiologie des organes sensoriels. Les phénomènes photo-chimiques ou mécaniques s'accomplissant dans l'œil sont surtout étudiés chez l'animal, qui représente un matériel abondant et facilement sacrifié, suivant les exigences expérimentales. Cependant, en utilisant l'animal comme sujet, certaines réactions qui accompagnent le phénomène étudié peuvent nous échapper, et nous en sommes souvent réduits à des conjectures pour apprécier les conséquences physiologiques qui découlent des expériences entreprises. L'homme a le grand avantage de pouvoir analyser ses impressions et de nous fournir ainsi des données précieuses qui rendent plus facile

l'interprétation des faits. Les expériences d'Engelmann, par exemple, montrent qu'une excitation lumineuse détermine dans l'œil des Vertébrés une contraction du segment interne des cônes et des bâtonnets et un déplacement des granulations pigmentaires; ce sont là les seules modifications que l'observation nous permette d'enregistrer, mais cette excitation lumineuse ne s'accompagne-t-elle pas encore d'autres phénomènes que les méthodes utilisées sont impuissantes à dévoiler? Nous l'ignorons. Pour résoudre cette question, nous avons entrepris une série d'expériences d'abord sur nous-mêmes, puis sur des personnes ayant l'habitude d'observer et d'analyser leurs sensations. Notre but primitif était de voir si les réactions mécaniques des cônes et des bâtonnets avaient une action quelconque sur la vision et si, sous l'influence de la lumière, il ne se produirait pas dans la choroïde une circulation plus active. Pour élucider ce dernier point, nous avons renoncé à l'observation directe des vaisseaux choroïdiens par l'ophtalmoscope. Cette méthode ne nous avait pas donné chez le lapin des résultats assez concluants, et, appliquée à l'homme, elle nous eût obligé de ne prendre comme sujets expérimentaux que des albinos ou des individus à globe oculaire peu pigmenté, matériel assez difficile à se procurer.

La méthode employée dans cette nouvelle série d'expériences repose sur le principe suivant: Supposons que dans un œil emmétrope les cônes et les bâtonnets subissent un faible déplacement sous l'influence d'une excitation lumineuse. Les conditions dioptriques restant constantes et le plan focal rétinien n'occupant plus tout à fait la même position qu'au-

paravant, les images des objets extérieurs devront subir une légère altération. Les variations du plan focal passant par la couche des éléments photo-sensibles de la rétine s'accompagneront ainsi de variations dans la netteté des impressions visuelles, et l'amplitude des unes permettra de mesurer l'amplitude des autres. Pour vérifier ces conclusions et pour étudier les variations de l'acuité visuelle, nous nous sommes servis des échelles typographiques lettres, chiffres ou points qu'emploient les oculistes. Nous commençons par bien établir ce qu'on pourrait appeler les constantes optiques de l'œil, c'est-à-dire les conditions dioptiques permettant d'obtenir à la distance choisie par nous le maximum d'acuité visuelle. Il est indispensable, pour pouvoir comparer entre eux les résultats acquis, de corriger aussi complètement que possible la myopie, l'hypermétropie et l'astigmatisme de l'œil en expérience. Nous nous sommes placés en général à trois mètres de l'échelle typographique. Nous avons expérimenté soit avec l'œil gauche, soit avec l'œil droit; cependant, s'il y avait inégalité dans l'acuité des deux yeux, nous avons toujours pris l'œil dont le pouvoir visuel était le plus considérable. Une fois les constantes optiques établies, nous faisons lire au sujet avec l'œil droit, par exemple, la série des lettres de l'échelle correspondant à la distance à laquelle nous étions placés. Nous faisons tenir au sujet une lame de carton mince entre les deux yeux, de manière que l'œil gauche ne pût voir l'échelle typographique, et à l'aide du miroir de l'ophthalmoscope nous lançons dans cet œil un faisceau lumineux fourni par une lampe à pétrole ordinaire, située un peu en arrière de la tête

du lecteur. Le miroir de l'ophthalmoscope étant concave et tenu à une certaine distance de l'œil, le faisceau lumineux entrait en divergeant dans le globe oculaire et éclairait le fond de ce dernier sans produire d'éblouissement et de fatigue, même si l'opération était plusieurs fois répétée. Il est important de ne pas irriter l'œil par une excitation trop vive. Nos expériences se faisant le soir, nous prenions soin d'éclairer l'échelle typographique par un réflecteur métallique, pour que les conditions visuelles fussent aussi favorables et constantes que possible. On voit, d'après les dispositions expérimentales décrites plus haut, que nous n'avons pas cherché à observer les réactions s'accomplissant dans l'œil directement influencé par le faisceau lumineux, mais à déterminer les phénomènes physiologiques concomitants qui se produisent dans l'œil non influencé. L'excitation qui passe ainsi d'un globe oculaire à l'autre ne peut être transmise que par voie réflexe.

De telles expériences exigent, pour être menées à bien, que l'on élimine toutes les conditions qui pourraient directement ou indirectement fausser les résultats obtenus; aussi avons-nous une question préalable à résoudre, question dont les intéressantes découvertes de Charpentier ont montré l'importance pour le genre de recherches que nous entreprenions. Ce physiologiste s'est demandé si l'excitation d'un œil par la lumière influe sur l'excitabilité de l'autre œil regardant une surface moyennement et uniformément éclairée. Il a constaté que la sensibilité de l'œil regardant la surface éclairée est plus faible lorsque l'autre œil est fermé, que lorsqu'il est excité par un faisceau lumineux; il semblerait ainsi que l'excitation

d'une rétine facilite la perception de l'autre. Charpentier rejette cette interprétation et explique cette apparente influence rétinienne par les variations du diamètre de la pupille de l'œil en expérience, suivant que l'autre œil est fermé ou excité par la lumière. On sait que la réaction de la pupille est bilatérale, de sorte que « l'excitation d'un œil peut, en rétrécissant la pupille de l'autre, diminuer l'éclairage de la rétine de cet autre œil et augmenter ainsi indirectement la sensibilité lumineuse de cette dernière ». Pour prouver la justesse de cette explication, Charpentier place devant l'œil en expérience un diaphragme percé d'un trou ayant de un à deux millimètres de diamètre. Ce diamètre est plus petit que celui du rétrécissement maximum de la pupille dans les conditions expérimentales où le sujet est placé. Du moment que l'on a éliminé par ce procédé la réaction pupillaire, les différences de sensibilité constatées auparavant ne sont plus observables, donc, selon Charpentier, l'excitation d'une rétine n'a pas d'influence directe sur l'excitabilité de l'autre rétine.

Comme, dans notre mode opératoire, les excitations lumineuses s'accompagnaient toujours de réactions pupillaires dans l'œil en expérience, il était indispensable de déterminer si les variations visuelles observées par nous dépendaient ou ne dépendaient pas d'un changement dans le diamètre de la pupille. Pour cela nous avons fait deux séries d'expériences, l'une en armant l'œil lisant les échelles typographiques de diaphragmes percés de trous de un et de deux millimètres de diamètre; l'autre en enlevant les diaphragmes. Les effets obtenus sans diaphragmes sont certainement plus marqués, plus intenses que ceux

obtenus avec diaphragmes, mais ils ne sont pas supprimés par la présence de ces derniers. Le rétrécissement de la pupille sous l'influence d'une excitation lumineuse ne peut à lui seul expliquer les variations visuelles que nous avons constatées. Il importe, pour des essais d'une nature aussi délicate, qu'à l'œil soit reposé et exécute, ainsi que la tête, le moins de mouvements possibles, afin que le diaphragme reste toujours bien centré. Il faut de plus viser des objets à contours définis, tels que des séries de lettres ou de points. On peut se servir ou des échelles typographiques ordinaires pour la vision à distance, ou de petites échelles fixées à un support glissant le long d'une barre graduée pour la vision de près; on commence alors par corriger l'accommodation avant d'armer l'œil du diaphragme. Nous avons répété plusieurs fois ce genre d'expériences et nous avons constaté qu'en corrigeant le rétrécissement pupillaire par des diaphragmes de petit diamètre, il se produit encore sous l'influence d'une excitation lumineuse une variation de longueur de l'axe optique équivalant en moyenne à $-0,25$ dioptrie. Nous indiquerons plus loin comment nous sommes arrivés à cette détermination. Remarquons en passant qu'en armant l'œil d'un diaphragme à petite ouverture, comme le propose Charpentier, on place le sujet dans des conditions optiques anormales et on obtient une amélioration visuelle qui dépasse de beaucoup celle accompagnant le simple rétrécissement de la pupille. L'œil armé de ce diaphragme a une acuité visuelle incontestablement supérieure à celle de l'œil auquel on a enlevé le diaphragme, mais dont on rétrécit la pupille par des excitations lumineuses tombant sur l'autre globe

oculaire. Les diaphragmes de petit diamètre, en ne laissant passer que les rayons centraux, corrigent certains défauts de l'appareil dioptique de l'œil, l'astigmatisme, par exemple; ils donnent une grande netteté à l'image rétinienne, en supprimant les réfractions excentriques et les réflexions secondaires qui se produisent dans les conditions visuelles ordinaires; par contre, ils diminuent d'une façon très notable l'action des verres correcteurs convexes ou concaves et permettent difficilement d'obtenir à l'aide de ces derniers une évaluation exacte des variations de la vision notées dans nos diverses séries d'expériences. Le rétrécissement de la pupille, sous l'influence d'un faisceau lumineux, ne détermine pas les mêmes effets; aussi, pour annuler l'action du rétrécissement pupillaire, faut-il se servir non d'un diaphragme qui va au-delà du but proposé, mais de mydriatiques qui immobiliseraient la pupille et en maintiendraient le diamètre constant. Mais ce dernier procédé présente des inconvénients, et nous indiquerons plus loin pourquoi nous n'avons pas cru devoir l'utiliser dans toutes nos expériences¹. Somme toute, les phénomènes physiologiques qui se produisent par voie réflexe dans l'œil non influencé par le faisceau lumineux, sont indépendants des variations du diamètre de la pupille, puisque ces variations exercent sur eux une action adjuvante. L'erreur commise en voulant corriger le rétrécissement pupillaire par un diaphragme de petit orifice est certainement beaucoup

¹ Afin de contrôler les résultats obtenus, nous avons répété nos expériences après nous être soumis à l'action de l'atropine. Nous avons observé, sous l'influence de l'excitation lumineuse, les mêmes effets que dans l'œil normal. L'amélioration visuelle est donc indépendante de la contraction pupillaire.

plus forte que celle consistant à négliger l'effet de ce rétrécissement dans la question qui nous occupe en ce moment.

Nous commencerons par indiquer les phénomènes optiques observés dans le cours de nos expériences, puis nous nous efforcerons d'en expliquer le mécanisme en nous appuyant à la fois sur les données physiologiques et histologiques que nous fournit l'organe visuel. Il va de soi que nous n'avons jamais influencé le sujet en lui décrivant à l'avance les effets qu'il allait ressentir, et que nous nous sommes adressés de préférence à des personnes habituées aux observations délicates et minutieuses.

M. H., astronome, est myope; l'examen ophtalmoscopique des yeux montre un petit staphylôme accompagnant l'entrée du nerf optique.

L'œil droit de M. H. a une myopie de — 2 dioptries et un certain degré d'astigmatisme vertical; son acuité visuelle est à peine $\frac{1}{3}$, l'œil gauche a une myopie de — 3,25 dioptries et une acuité visuelle de $\frac{4}{5}$. Lorsque l'œil gauche a été presque corrigé, nous lançons dans l'œil droit un faisceau lumineux. M. H. déclare alors observer une certaine amélioration de son acuité visuelle. Non seulement les lettres noires de l'échelle typographique ressortent mieux sur le fond blanc, mais encore elles deviennent plus nettes et se distinguent mieux les unes des autres. C'est ainsi que le M et le N, le P et le B, le E et le F qui, auparavant, induisaient facilement M. H. en erreur, sont reconnues plus facilement par ce dernier. Cette amélioration persiste tant que le faisceau lumineux est projeté dans l'autre œil, puis disparaît lorsque cesse l'excitation lumineuse. On peut répéter cette expérience

autant de fois qu'on voudra, le même effet physiologique se produira toujours, c'est-à-dire que le faisceau de lumière tombant dans l'œil droit déterminera une augmentation sensible de l'acuité visuelle de l'œil non éclairé. La réaction de ce dernier n'est pas instantanée; d'après l'estimation de M. H., il s'écoule en moyenne une demi-seconde depuis le moment où le faisceau de lumière est lancé dans l'œil droit jusqu'au moment où l'image rétinienne atteint son maximum de netteté. Lorsque cesse l'excitation lumineuse, son effet persiste encore approximativement une à une seconde et demie, puis s'évanouit subitement. Nous avons ensuite repris ces expériences en corrigeant moins encore la myopie de M. H. Comme nous l'avons vu, cette correction pour l'œil gauche est de — 3,25 dioptries; plaçons devant cet œil un verre concave correspondant à — 2,50 dioptries, le plan focal postérieur se trouve ainsi en avant de la couche des cônes et des bâtonnets, et l'image rétinienne est donc défectueuse. Si, dans ces conditions dioptriques, nous lançons un faisceau lumineux dans l'œil droit, nous obtenons encore une augmentation sensible de l'acuité visuelle de l'œil gauche. Nous avons varié le pouvoir divergent des concaves employés jusqu'à concurrence de — 3 dioptries, et nous avons toujours constaté une amélioration de l'acuité visuelle sous l'influence d'une excitation lumineuse indirecte. Nous sommes arrivés aux mêmes résultats en expérimentant sur l'œil droit de M. H., dont la myopie est de — 2 dioptries et la vision équivalente à $\frac{4}{3}$.

Nous avons essayé de déterminer approximativement quelle est la valeur exprimée en dioptrie

de cette augmentation visuelle produite par le déplacement du plan focal rétinien. Pour cela, nous armions l'œil gauche de M. H. de verres concaves corrigeant incomplètement sa myopie qui, on s'en souvient, est de — 3,25 dioptries; nous lançons alors un faisceau de lumière dans l'œil droit auquel répondait une image rétinienne d'une certaine netteté, puis nous notions la correction complémentaire qu'il fallait ajouter à ces concaves, pour obtenir, sans l'excitation lumineuse, une image rétinienne d'une égale netteté. Nous avons trouvé par ce procédé que cette correction complémentaire était de — 0,25 dioptrie. Donc l'effet visuel produit par une excitation lumineuse indirecte est identique à celui que donnerait un verre concave de — 0,25, placé devant l'œil de M. H. Ainsi, avec un concave de — 1,25 dioptrie et sous l'action du faisceau de lumière, l'acuité visuelle est égale à celle que donne un concave de — 1,50 dioptrie, sans l'action lumineuse. Le chiffre de — 0,25 dioptrie trouvé dans les conditions expérimentales que nous venons de décrire représente une moyenne. Il peut varier dans certaines limites suivant l'état physiologique des personnes en expérience; ces limites sont comprises entre — 0,25 et — 0,35 dioptrie. Nous ne nous sommes pas servis dans nos expériences avec M. H. de verres convexes, qui auraient eu pour conséquence d'accentuer la myopie, mais nous avons essayé de surcorriger cette dernière en employant des concaves d'un pouvoir divergent supérieur à — 3,25 dioptries. Dans ces conditions, le plan focal postérieur est reporté un peu en arrière de la couche des cônes et des bâtonnets, et l'œil gauche de M. H. est devenu hypermétrope.

Si nous projetons alors un faisceau de lumière dans l'œil droit, l'impression d'un léger accroissement de l'intensité lumineuse paraît persister, mais l'image rétinienne devient moins nette, un peu plus diffuse. Les résultats obtenus en surcorrigéant la myopie sont moins précis, moins concluants que ceux obtenus en la sous-corrigeant, car il s'y associe un nouvel élément, la variation du milieu dioptrique lui-même. L'œil devenu hypermétrope par les concaves forts permet au muscle ciliaire d'entrer en jeu et les effets de l'accommodation, ramenant sur la couche des cônes et des bâtonnets le plan focal postérieur, peuvent annuler ou en tous cas diminuer l'action du faisceau lumineux. Nous nous sommes un peu étendus sur les expériences faites avec M. H., afin de mieux préciser notre manuel opératoire et, parce qu'en sa qualité d'astronome, M. H. est habitué aux observations délicates et précises. Nous passerons plus rapidement sur les autres cas que nous avons à citer.

M. N., professeur, est emmétrope. La vision est normale, égale à 1. Si nous armons l'œil droit de M. N. de verres convexes, de manière à le rendre myope, et qu'on lance un faisceau de lumière dans l'œil gauche, l'excitation lumineuse s'accompagne d'une augmentation de netteté dans l'image perçue. Les lettres de l'échelle typographique ressortent davantage; elles paraissent plus fortement éclairées et deviennent plus distinctes. Chez M. N., on peut estimer à $-0,25$ dioptrie la myopie expérimentale produite par l'action du faisceau lumineux sur l'autre œil. M. N. ne parvient pas à apprécier en fraction de seconde le temps nécessaire pour que l'image

rétinienne acquière sa plus grande netteté sous l'influence de la lumière. Il estime que la réaction de l'œil droit est presque instantanée et qu'elle met plus de temps à s'évanouir qu'à se produire.

M. L., professeur, auparavant astronome, est myope. Les deux yeux ont une myopie de -6 et une vision égale à $\frac{3}{4}$. L'examen ophtalmoscopique montre un staphylôme bordant la papille du nerf optique. M. L. est atteint d'une diplopie monoculaire beaucoup plus accusée à l'œil droit qu'à l'œil gauche. Cette diplopie gêne un peu nos observations; cependant, sous l'influence d'un faisceau de lumière tombant dans l'œil gauche, l'acuité visuelle de l'œil droit s'améliore légèrement et les lignes de l'échelle typographique paraissent mieux éclairées. Avec des concaves sous-correcteurs, c'est-à-dire dont le pouvoir divergent est inférieur à -6 dioptries, M. L. ressent les mêmes effets physiologiques, et l'amélioration produite par l'excitation lumineuse indirecte correspond, comme dans les expériences précédentes, à $-0,25$ dioptrie. Si maintenant nous lançons le faisceau lumineux dans l'œil droit de M. L., l'œil gauche, dont la myopie est aussi de -6 dioptries, mais dont la diplopie est moins marquée, réagira davantage. Avec une correction presque complète, certaines lettres comme le N, indistinctes dans les conditions ordinaires, deviennent plus nettes sous l'influence de l'excitation lumineuse. M. L. estime qu'il s'écoule une demi-seconde environ jusqu'à ce que la réaction se manifeste dans l'œil non éclairé.

Chez M. M., micrographe, l'œil droit est normal, d'une vision égale à 1, l'œil gauche est plus faible, légèrement myope. Nous n'expérimentons

qu'avec l'œil normal. M. M. constate une augmentation d'acuité visuelle, et l'impression d'un éclairage plus fort de l'échelle typographique se produisant lorsque l'œil est armé de verres convexes faibles tendant à le rendre myope. Il évalue de une demi à trois quarts de seconde le temps nécessaire pour que l'image rétinienne acquière son maximum de netteté après l'action du faisceau lumineux.

M. B., professeur, est emmétrope, sa vision est égale à 1. L'œil droit est normal, l'œil gauche est astigmat. Sous l'influence de l'excitation lumineuse, l'acuité visuelle de M. B. devient un peu meilleure et l'intensité de l'image rétinienne augmente, lorsque l'œil droit est armé de verres convexes, dont le pouvoir convergent varie de $+ 0,25$ à $+ 2$ dioptries. Même avec des convexes forts dont l'action ne peut être compensée par le relâchement du muscle ciliaire, l'amélioration de l'acuité visuelle se fait toujours sentir, mais cet effet est, il va sans dire, plus marqué lorsque l'œil est armé de faibles verres convergents. Avec le convexe $+ 0,50$, par exemple, le léger brouillard qui voile l'image rétinienne se dissipe presque complètement sous l'influence de l'excitation lumineuse. Nous avons vu jusqu'à présent que chez les individus atteints de myopie ou rendus myopes à l'aide de verres convexes, l'effet produit par l'action d'un faisceau de lumière est le même que si la couche des cônes et des bâtonnets se rapprochait du plan focal postérieur situé en avant d'elle. Il était intéressant de voir comment se comporterait dans les mêmes conditions expérimentales un œil normal rendu hypermétrope par des verres divergents. Nous avons armé l'œil droit de M. B. de concaves d'abord

faibles, puis plus puissants. Ces expériences ne nous ont pas donné des résultats satisfaisants. Elles sont beaucoup plus fatigantes pour l'œil rendu hypermétrope que pour l'œil rendu myope, à cause des efforts d'accommodation dont elles s'accompagnent. Pour bien étudier les phénomènes physiologiques qui s'accomplissent dans l'individu hypermétrope sous l'influence d'une excitation lumineuse, il faut se servir de concaves d'un pouvoir divergent de -2 à -4 dioptries. Si l'on prend des concaves trop faibles de $-0,25$ à $-0,50$, par exemple, leur action est facilement neutralisée par le muscle ciliaire qui ramène le plan focal sur la rétine, et nous nous retrouvons placés dans les mêmes conditions expérimentales que pour l'œil normal ou légèrement myope. Avec les concaves forts, il y a, en plus du sentiment de fatigue, un second inconvénient, c'est le peu de netteté des images rétinienne. Les lettres de l'échelle typographique sont voilées d'un brouillard dans lequel elles apparaissent comme au travers d'une trouée lorsque la contraction du muscle ciliaire parvient à contrebalancer la divergence des concaves employés. L'excitation lumineuse semble augmenter faiblement l'excitabilité du muscle accommodateur. Il résulte des expériences faites sur l'œil droit rendu hypermétrope de M. B. que les lettres de l'échelle typographique paraissent mieux éclairées, mais, par contre, que leurs images rétinienne deviennent plus diffuses, moins nettes. Ainsi, l'effet produit sur l'acuité visuelle par une excitation lumineuse diffère suivant que le sujet est myope ou hypermétrope. Cette acuité est légèrement augmentée dans le premier cas, légèrement diminuée dans le second. M. B. estime que

cette augmentation de l'acuité visuelle devient maxima environ 0,5 seconde après la pénétration du faisceau de lumière dans l'autre œil; elle persiste plus longtemps, une seconde à peu près, lorsque l'action lumineuse a cessé.

M. V., oculiste, est emmétrope, l'œil droit est faiblement astigmat. La vision pour les deux yeux est égale à 1. Nous avons fait sur lui de nombreuses expériences qui confirment les observations précédentes. M. V. a toujours constaté, sous l'influence du faisceau de lumière, une augmentation de l'acuité visuelle et une plus grande netteté de l'image rétinienne perçue, lorsque l'œil est armé de convexes le rendant myope. Dans ce dernier cas, l'effet produit est le même que si l'on diminuait la myopie de — 0,25 dioptrie au minimum. Certaines lettres de l'échelle typographique, mal définies lorsque l'autre œil n'était pas éclairé, deviennent plus lisibles sous l'action de la lumière. Cette impression d'une plus grande netteté dans la définition des lettres se maintient pendant toute la durée de l'excitation lumineuse et persiste environ une seconde après que cette excitation a cessé. Pour varier les conditions d'opération, nous nous sommes servis non seulement de l'échelle typographique des lettres, mais aussi de celle des points¹, laquelle nous a donné les mêmes résultats.

Après avoir étudié l'action de la lumière sur l'œil rendu myope de M. V., nous avons cherché, à titre de contre-épreuve, à voir comment réagirait l'œil rendu hypermétrope à l'aide de verres concaves, expériences que nous avons déjà faites avec M. H. et M. B.

¹ Dr Burchardt's, Internationale Sehproben.

Nous avons encore constaté avec M. V. qu'il est nécessaire d'employer des concaves forts afin de neutraliser autant que possible l'action du muscle ciliaire, en exigeant de lui son maximum d'effort accommodateur. Avec des verres divergents de — 4 à — 5 dioptries, M. V. parvient, par une contraction énergique de son muscle ciliaire, à ramener le plan focal postérieur sur la couche des cônes et des bâtonnets. Nous lançons le faisceau de lumière seulement lorsque l'accommodation a réussi à annuler l'effet des concaves, ce qui nous est indiqué par un signe de M. V. L'excitation lumineuse détermine momentanément une légère diminution de la netteté des images rétinienne. Celles-ci deviennent plus diffuses et il faut un nouvel effort accommodateur pour remettre l'image au point. Par contre, l'impression de l'augmentation de l'intensité lumineuse s'observe aussi dans l'œil rendu hypermétrope, mais elle est moins marquée que dans l'œil myope.

Le rôle compensateur joué par le muscle ciliaire explique pourquoi, dans ces diverses expériences, nous nous sommes plutôt adressés à des personnes myopes ou emmétropes qu'à des sujets hypermétropes. Pour ces derniers, il faudrait commencer par supprimer l'action accommodatrice à l'aide de mydriatiques tels que le sulfate d'atropine ou le salicylate de duboisine; mais ce procédé n'est guère utilisable, car les personnes en expérience se refusent généralement à l'emploi de substances dont l'effet paralysateur persiste pendant un assez grand laps de temps.

Nous avons préféré, pour étudier les phénomènes physiologiques qui accompagnent l'excitation lumineuse dans l'œil hypermétrope, créer sur nous cette

anomalie visuelle en nous servant de verres concaves. Cependant, nous avons aussi expérimenté sur un sujet naturellement hypermétrope, M. K., négociant, dont l'œil gauche, d'une vision égale à $\frac{2}{3}$, est corrigé par un convexe d'une puissance réfringente de 4 dioptries. Avec des convexes sur-correcteurs, l'acuité visuelle de M. K. est légèrement améliorée par l'excitation lumineuse et en même temps les lettres de l'échelle typographique lui paraissent mieux éclairées, elles ressortent davantage. En armant l'œil gauche de M. K. de convexes sous-correcteurs, les résultats sont contradictoires, la vision est tantôt un peu plus nette, tantôt un peu moins nette, ce qui s'explique par l'intermittence de l'action accommodatrice, laquelle masque l'effet produit par la projection du faisceau de lumière.

Il est inutile de compléter davantage la liste des personnes qui ont bien voulu se prêter à nos expériences. Nous avons toujours observé, sous l'influence de l'action lumineuse, les mêmes effets généraux : 1^o une légère augmentation de l'acuité visuelle se traduisant par une meilleure définition des lettres et des points des échelles typographiques : elle s'observe chez les sujets atteints de myopie et chez les emmétropes rendus myopes à l'aide de verres convergents ; 2^o une légère augmentation dans l'intensité lumineuse de l'image ; les lettres et les points ressortent mieux et paraissent plus éclairés qu'auparavant. Nous avons décrit jusqu'à présent les phénomènes physiologiques internes qui se produisent par voie réflexe dans l'œil non éclairé et qui accompagnent la projection du faisceau de lumière dans l'autre organe visuel. Pour être complets, il nous reste

à indiquer les réactions de l'œil non éclairé, visibles extérieurement. Chaque projection lumineuse détermine un rétrécissement de la pupille dans les deux yeux, ainsi que nous l'avons déjà mentionné. Celle-ci se contracte assez vivement tout d'abord, puis elle se relâche un peu et reste dans cet état de demi-contraction jusqu'à ce que l'action de la lumière cessant, elle reprenne son diamètre primitif. Nous avons aussi cherché à voir s'il se produisait, dans les conditions expérimentales où nous opérons, une variation des images catoptriques de l'œil. Si l'on place au-devant du globe oculaire un objet lumineux faisant avec l'axe visuel un angle d'environ 30° , cet objet sera réfléchi par les milieux dioptriques, cornée et cristallin. Il apparaîtra ainsi trois images dont la première, la plus brillante, est formée par la cornée transparente; la seconde, par la face antérieure du cristallin; la troisième, par la face postérieure de cet organe. Ces images de réflexion dépendant du degré de courbure des milieux dioptriques, varieront soit dans leur grandeur, soit dans leur position relative, suivant l'état d'accommodation de l'œil, puisque cet état se modifie d'après les changements de courbure de la surface cristallinienne. Or, il nous a paru, en expérimentant sur des sujets à vision normale, que la projection d'un faisceau lumineux ne déterminait aucun changement appréciable dans la grandeur et la position relative des images catoptriques de l'œil non éclairé.

Nos expériences ont été faites principalement le soir; cependant, nous les avons répétées en plein jour sur nous-mêmes, afin d'en mieux contrôler les résultats. Nous avons conservé le même dispositif et,

dans une salle bien éclairée par la lumière solaire, nous avons projeté dans un des yeux un faisceau lumineux provenant d'une simple lampe à pétrole. Malgré le peu d'intensité de cette source lumineuse, nous avons observé dans l'œil non éclairé les effets physiologiques déjà décrits, ils sont seulement moins accusés. Si l'action du faisceau de lumière est moins sensible de jour, cela tient à ce que la différence d'intensité entre l'éclairage des échelles typographiques et la source lumineuse projetée dans l'œil du sujet est beaucoup moins considérable le jour que le soir. Nous avons constaté de nuit qu'en diminuant l'intensité de la source lumineuse, tout en gardant le même éclairage des échelles typographiques, les effets physiologiques deviennent aussi moins marqués.

Nous venons de décrire les phénomènes observés dans nos diverses expériences; il nous reste encore à en trouver l'interprétation. Comme il s'agit principalement d'une variation de la perception visuelle, il paraît naturel, au premier abord, d'en chercher la cause soit dans une réaction de la couche des cônes et des bâtonnets, soit dans une réaction des milieux dioptriques de l'œil.

Les cônes et les bâtonnets se raccourcissent sous l'influence de la lumière, ainsi que l'a démontré Engelmann, et se rapprochent de la membrane limitante externe. Ce raccourcissement des éléments photo-sensibles de la rétine suffit-il à expliquer les changements visuels de l'œil en expérience? Nous ne le croyons pas. Sans exposer ici à nouveau les raisons pour lesquelles nous ne saurions admettre que le nerf optique soit à la fois sensitif et moteur, et serve à transmettre aux éléments rétinien-

excitations centrifuges partant de l'encéphale, nous pouvons résoudre cette question en nous plaçant à un autre point de vue. Nous avons établi expérimentalement que l'effet visuel déterminé par une excitation lumineuse indirecte sur une personne myope ou rendue myope est identique à l'effet produit par un verre concave de $-0,25$ dioptrie dont on armerait l'œil du sujet. C'est-à-dire que la couche des cônes et des bâtonnets paraît s'être avancée d'une certaine quantité vers le plan focal postérieur. Nous supposons, bien entendu — et en cela nous ne nous écartons pas de la réalité — que les conditions dioptriques restent constantes pendant la durée des expériences. La petite quantité dont les éléments rétiniens se sont déplacés sous l'excitation lumineuse est facilement calculable à l'aide d'une formule développée tout au long dans le tome deuxième du Traité d'ophtalmologie de de Wecker et Landolt.

Les systèmes dioptriques étant égaux, la différence de longueur entre un œil amétrope et l'œil normal est donnée par la formule $l'' = \frac{F' F''}{l'}$, dans laquelle

F' = première distance focale principale de l'œil
= $15^{\text{mm}},4983$;

F'' = seconde distance focale principale de l'œil
= $20^{\text{mm}},7136$;

l' = distance du *punctum remotum* au foyer antérieur de l'œil;

l'' = différence de longueur entre l'œil amétrope et l'œil normal.

Le produit $F' F''$ est de $15,4983 \times 20,7136 = 321$ millimètres, en négligeant les décimales. La formule

devient donc $l'' = \frac{321}{l'}$, mais l' n'est que la distance focale du verre correcteur exprimée en millimètres.

Admettons, pour fixer les idées, que l' soit égal à 1 dioptrie, soit 1000 millimètres, nous avons : pour $l' = 1$ dioptrie $l'' = \frac{321^{\text{mm}}}{1000} = 0^{\text{mm}},321$ ou 321μ , c'est-

à-dire que pour une myopie d'une dioptrie, l'œil a une longueur axiale dépassant de 321 microns celle de l'œil normal. Nous pouvons encore exprimer ce résultat sous la forme suivante : l'effet produit en armant un œil myope d'un concave dont le pouvoir divergent égale 1 dioptrie est le même que si l'axe optique s'était raccourci de 321μ . Nous avons vu que chez les myopes ou chez les emmétropes rendus myopes, l'augmentation d'acuité visuelle correspondait à la correction d'un concave de 0,25 dioptrie ;

faisons dans la formule $l'' = \frac{321}{l'}$, l' égale à 0,25 dioptrie, soit à 4000 millimètres de distance focale. Nous

aurons pour $l' = 0,25$ dioptrie $l'' = \frac{321^{\text{mm}}}{4000} = 0^{\text{mm}},080$

ou 80μ . Le concave 0,25 dioptrie produit donc le même effet que si l'axe optique s'était raccourci de 80μ . Ainsi, les conditions dioptriques demeurant constantes, l'excitation lumineuse détermine dans l'œil myope un déplacement de la couche des cônes et des bâtonnets équivalant au minimum à 80 microns. Ce déplacement se fait dans un sens positif, c'est-à-dire qu'il rapproche les éléments rétinien du plan focal postérieur. La correction de — 0,25 dioptrie correspondant à l'augmentation d'acuité visuelle sous l'influence d'un faisceau de lumière est un mi-

nimum; cette correction peut aller jusqu'à — 0,35 dioptrie. Si nous faisons $l' = 0,35$ dioptrie, soit une distance focale de 2867^{mm} , nous obtiendrons $l'' = \frac{321^{\text{mm}}}{2867} = 0^{\text{mm}},112$ ou 112 microns. Dans ce dernier cas, la couche des cônes et des bâtonnets se serait rapprochée du plan focal postérieur de 112 microns.

Comparons ces données avec celles que fournit l'histologie de la rétine. L'épaisseur de cette membrane est de $0^{\text{mm}},45$ au voisinage immédiat de la papille du nerf optique. Au niveau de la fosse centrale, cette épaisseur diminue, elle n'est plus que de $0^{\text{mm}},1$. Les cônes et les bâtonnets ont dans l'œil humain une épaisseur de $0^{\text{mm}},002$ et une longueur moyenne de $0^{\text{mm}},064$, soit 64 microns. A supposer que ces éléments subissent une contraction maxima en prenant comme point d'appui la couche granuleuse externe, le déplacement de la couche des cônes et des bâtonnets sera en tous cas inférieur à 64 microns, puisque la contraction ne peut égaler ou excéder la longueur des éléments contractiles. Et nous basons notre calcul sur les conditions les plus favorables, conditions qui ne se réalisent même pas dans la nature, car dans les cônes et les bâtonnets les segments internes seuls sont contractiles. L'action de ces derniers se traduirait par un changement de position de la couche rétinienne externe ne dépassant pas 32 microns. Le déplacement des éléments récepteurs de la rétine sous l'influence d'une excitation lumineuse étant au minimum de 80 microns, au maximum de 112 microns environ, ne peut avoir pour cause la contraction des cônes et des bâtonnets,

puisqu'il excède passablement la longueur de ces derniers. Il ne dépend pas d'une contraction locale de telle ou telle couche de la rétine, mais paraît plutôt se rapporter à un mouvement d'ensemble de celle-ci.

On nous objectera peut-être que nous n'avons pas tenu compte, en établissant nos calculs, des variations que subissent les milieux dioptriques de l'œil en expérience, variations qui peuvent influencer sur les chiffres exprimant le déplacement de la couche des cônes et des bâtonnets, et en augmenter, par exemple, la valeur. Pour répondre à cette objection, il nous suffira de discuter la seconde interprétation probable des phénomènes observés, laquelle attribue l'augmentation de l'acuité visuelle produite par l'excitation lumineuse à une réaction des milieux dioptriques.

Prenons comme type l'emmétrope; la cornée transparente, l'humeur aqueuse, l'humeur vitrée ont un pouvoir dioptrique demeurant constant pour chacun de ces milieux, que l'œil fixe un objet plus ou moins rapproché ou qu'il reçoive une quantité de lumière plus ou moins grande. Ces parties réfringentes n'ont, dans leur état normal, qu'un rôle physique à remplir. Elles modifient la marche des rayons lumineux qui les traversent, comme le ferait un milieu physique quelconque possédant la même densité. Le cristallin représente lui aussi une lentille réfringente, mais son rôle physique est lié à un rôle physiologique; le degré de courbure de ses faces antérieure et postérieure se modifie par un mécanisme particulier, de sorte que le pouvoir dioptrique de cet organe varie suivant la distance

à laquelle l'objet lumineux est placé. Le cristallin, par l'intermédiaire du muscle ciliaire, fonctionne comme appareil accommodateur et tend à déplacer, soit en avant, soit en arrière, le plan focal postérieur de l'œil.

Ainsi, dans l'organe visuel, le cristallin est le seul milieu dioptrique qui puisse exercer une influence sur la netteté de la vision, en mettant au point l'image rétinienne. Peut-on rapporter à cet organe les phénomènes physiologiques qui ont accompagné dans toutes nos expériences l'excitation lumineuse indirecte? Nous ne le croyons pas. Pour élucider cette question, il eût été désirable de supprimer au préalable l'action accommodatrice du muscle ciliaire à l'aide de mydriatiques, afin de voir si, ce muscle une fois paralysé, l'excitation lumineuse entraînait toujours les mêmes effets dans l'œil non éclairé.

Nous n'avons pu utiliser cette méthode dans toutes nos expériences, mais nous avons constaté sur nous-mêmes la persistance des phénomènes physiologiques précités, après avoir paralysé notre muscle ciliaire par l'atropine. Ces phénomènes sont donc indépendants des variations de courbure du cristallin.

Remarquons du reste que nous nous trouvions dans les conditions expérimentales les plus favorables pour rendre l'influence accommodatrice aussi faible que possible. Nous nous sommes placés à une assez grande distance des échelles typographiques, en général à trois mètres, parfois jusqu'à six mètres de ces dernières, et nous faisons toujours viser les séries de lettres ou de points correspondant au maximum de l'acuité visuelle des sujets. Nous ne lisons les échelles typographiques qu'avec un œil, de sorte que la vision

étant monoculaire nous rendions presque nuls les effets de la convergence. La distance à laquelle se trouvaient les lettres visées demeurant constante avant, pendant et après l'excitation du faisceau lumineux, l'action accommodatrice se trouvait ainsi réduite au minimum. Mais il y a plus : nous pouvons donner la preuve indiscutable que le cristallin n'est pas la cause des phénomènes physiologiques observés dans nos expériences. On sait que, dans l'œil emmétrope fixant des objets lointains, l'accommodation est au repos, c'est-à-dire nulle. Le *punctum remotum* pour lequel, dans l'emmétrope, l'accommodation est nulle, est situé théoriquement à l'infini ; dans la pratique, on admet que cet infini commence à cinq ou six mètres de distance. Armons d'un verre convexe l'œil normal adapté à une distance de trois mètres, nous le rendons momentanément myope, car nous reportons, à l'aide de cette correction, le plan focal postérieur en avant de la couche des cônes et des bâtonnets. Si la correction est suffisante, le muscle ciliaire se trouvera à son maximum de relâchement sans pouvoir contrebalancer l'effet du verre convexe, car l'action accommodatrice n'est, par sa nature même, que positive. Elle peut aller de 0 à + un certain nombre de dioptries, mais non de 0 à — un certain nombre de dioptries. Projetons dans ces conditions un faisceau de lumière, l'acuité visuelle de l'œil non éclairé s'améliore. Cette amélioration est-elle due à la mise en activité du cristallin par l'excitation lumineuse ? Non, car cet organe étant à son maximum de relâchement, sa mise en activité augmenterait son degré de courbure et l'effet produit s'ajouterait à celui du verre convexe au lieu de s'en retrancher. Il y aurait diminution de

l'acuité visuelle par accroissement de myopie et non augmentation de celle-ci. L'amélioration relative de la vision persiste, que nous armions l'œil emmétrope de convexes plus faibles ou de convexes plus forts, et peut toujours être évaluée en moyenne à 0,25 dioptrie. Elle est donc indépendante de l'accommodation, puisque cette dernière est sous-corrigée par les verres convergents, et qu'elle produirait, en s'exerçant, une action inverse de celle constatée par l'expérience.

Ce que nous venons de dire s'applique aussi à l'œil myope visant les lettres ou les points d'échelles typographiques placées à trois mètres de distance ou davantage. Le muscle ciliaire est dans ces conditions complètement relâché; il en est de même, si on arme l'œil de verres concaves ne corrigeant pas tout à fait le degré de myopie du sujet. Sous l'excitation lumineuse, l'acuité visuelle du myope s'améliore, des lettres peu distinctes deviennent lisibles, et ici encore l'entrée en activité du cristallin devrait produire l'effet inverse, puisque, avant de projeter le faisceau de lumière, l'accommodation est déjà au repos. Rappelons à titre de fait confirmatif que, dans nos expériences, la position des images catoptriques réfléchies par le cristallin demeure invariable, pourvu que la distance du point fixé par l'œil reste constante.

Chez l'hypermétrope, l'appareil accommodateur joue un rôle important et compense plus facilement que chez l'émétrope ou le myope l'action des verres correcteurs. Avec des convexes sur-correcteurs rendant nulle l'accommodation, l'amélioration visuelle par l'excitation lumineuse persiste. Avec des convexes

sous-correcteurs, reportant le plan focal postérieur en arrière de la couche des cônes et des bâtonnets, les expériences donnent des résultats contradictoires, car l'effet de l'excitation lumineuse est masqué par le jeu du muscle ciliaire tendant à ramener sur la rétine le plan focal postérieur. Il faut alors recourir à des verres dont le pouvoir réfringent s'exerçant en sens inverse soit égal et même légèrement supérieur à l'amplitude accommodatrice de l'œil hypermétrope considéré. On constate, dans ces expériences où l'accommodation est sur-correctée, que la projection du faisceau de lumière diminue l'acuité visuelle et rend plus diffus les traits des lettres visées.

Nous voyons par ce qui précède que l'effet physiologique accompagnant l'excitation lumineuse se produit toujours dans le même sens. Il augmente la netteté de la vision chez les myopes, c'est-à-dire chez les personnes dont l'axe optique est trop long; il diminue cette netteté chez les hypermétropes, dont l'axe optique est trop court. Il détermine ainsi, d'une manière générale, un raccourcissement de cet axe. Cet effet ne peut être attribué, comme nous venons de l'exposer, à une variation des milieux dioptriques, et en particulier du cristallin, de sorte que nous étions en droit de négliger l'action de ces milieux dans l'évaluation numérique que nous en avons donnée.

Les phénomènes physiologiques dont l'œil non éclairé est le siège, ne sont explicables ni par une contraction des cônes et des bâtonnets, ni par une réaction du mécanisme accommodateur, ni par le rétrécissement pupillaire, comme nous l'avons déjà exposé. Il faut en chercher l'interprétation ailleurs

que dans l'activité propre des éléments rétiniens, ou que dans celle du muscle ciliaire. Ils correspondent, ainsi que nous l'avons établi, à un léger raccourcissement de l'axe optique, et doivent donc être provoqués par un mouvement des couches photo-sensibles de la rétine.

Puisque ce mouvement, dont l'amplitude est de 80 microns environ, ne peut dépendre des éléments rétiniens eux-mêmes, il faut en chercher la cause dans une pression s'exerçant sur la couche des cônes et des bâtonnets, et se transmettant par leur intermédiaire aux couches plus profondes de la rétine. Cette pression ne peut être provoquée que par une turgescence de la choroïde. Cette membrane est riche en vaisseaux sanguins, et les nombreuses ramifications vasculaires qu'elle renferme laissent écouler une quantité variable de sang, suivant les conditions physiologiques. Sous l'influence d'une excitation lumineuse, il se produit un afflux du liquide sanguin dans le réseau choroïdien; ce dernier fonctionnant comme un appareil érectile détermine une pression sur le *tapetum nigrum*, et, par contre-coup, sur la couche des cônes et des bâtonnets. Ceux-ci s'avancent d'une certaine quantité vers les couches internes de la rétine, et raccourcissent ainsi légèrement l'axe optique. Lorsque cesse l'excitation lumineuse, la turgescence vasculaire de la choroïde diminue, et les éléments rétiniens reprennent leur position première. La rétine, dans son ensemble, subit l'influence de cette pression sanguine, mais l'action de celle-ci doit se faire sentir avec le plus d'énergie dans la partie de la membrane rétinienne qui touche à la choroïde.

Nous ne pouvons donner de preuves directes de la fonction érectile de la choroïde, des expériences tendant à démontrer cette fonction ne seraient guère exécutables sur l'homme. Les preuves indirectes nous paraissent du reste suffisamment démonstratives; elles sont fournies soit par la structure histologique de la tunique vasculaire de l'œil, soit par les phénomènes physiologiques mêmes que provoque l'excitation lumineuse. La riche vascularisation de la choroïde plaide en faveur de cette fonction érectile, et l'observation démontre que les capillaires choroïdiens peuvent être plus ou moins engorgés¹. Les ramifications vasculaires sont souvent accompagnées de fibres musculaires lisses et surtout d'un réseau nerveux d'une grande importance. Les nerfs qui pénètrent dans la choroïde proviennent soit de l'encéphale (troisième et cinquième paires craniennes), soit du système sympathique. Ils donnent naissance à deux réseaux nerveux, dont l'un se distribue aux fibres du muscle ciliaire, et dont l'autre se met en rapport avec les vaisseaux choroïdiens. Ce dernier réseau, qui part de la lame superchoroïdienne et traverse la tunique vasculaire, présente sur son trajet des cellules nerveuses qui se groupent parfois en petits amas ganglionnaires. Le développement remarquable du réseau vaso-moteur de la choroïde, la présence de fibres musculaires accompagnant les vaisseaux de cette membrane prouvent que la circulation sanguine y est placée sous la dépendance d'un mécanisme réflexe très sensible qui en règle l'écoulement. Suivant l'excitation nerveuse reçue, les parois des capillaires seront en état de contraction ou de dilatation,

¹ Voir la note à la fin du mémoire.

et la masse sanguine qui traverse la tunique vasculaire de l'œil subira des fluctuations correspondantes. Les vaisseaux choroïdiens ne servent pas seulement à la nutrition du globe oculaire, le réseau de fibres nerveuses et de cellules ganglionnaires qui s'y distribuent leur permet de se gorger ou de se dégorger rapidement de sang. Par sa structure histologique, la choroïde représente donc un organe éminemment érectile.

Les phénomènes physiologiques provoqués par la projection d'un faisceau de lumière parlent aussi en faveur de ce rôle érectile. Nous avons vu qu'ils ne s'expliquent ni par une contraction des cônes et des bâtonnets rétinien, ni par une modification des milieux dioptriques de l'œil, et qu'il faut en chercher la cause dans une turgescence de la choroïde. Cet état turgescer permet de comprendre non seulement l'amélioration visuelle et l'augmentation de l'intensité lumineuse observée par nous chez les individus myopes, mais encore les faits décrits par Engelmann et par d'autres observateurs. Sous l'influence de la lumière, les cônes et les bâtonnets se raccourcissent et les cellules pigmentaires suivent ce mouvement. Ces réactions des éléments photo-sensibles de la rétine peuvent se produire par simple voie réflexe, sans excitation lumineuse directe. Wiedersheim en a déduit que le nerf optique est à la fois sensitif et moteur. Cette hypothèse rendrait compte à la rigueur de la contraction des cônes et des bâtonnets, mais, outre les difficultés d'ordre physiologique qu'elle soulève, elle ne saurait expliquer les mouvements des cellules pigmentaires, lesquelles ne sont pas en relation avec les fibres du nerf optique.

Les observations d'Engelmann s'éclairent d'un jour tout nouveau, si on les interprète comme une conséquence de la fonction érectile de la choroïde. L'excitation lumineuse déterminant une circulation plus active dans cette tunique de l'œil, celle-ci augmentera de volume et exercera une pression sur les couches adjacentes. Le *tapetum nigrum*, qui s'appuie contre la choroïde, subira en premier cette pression et la transmettra à la rétine, principalement à la rangée des cônes et des bâtonnets dont le segment externe est en contact avec les cellules pigmentaires. Le segment externe de ces éléments rétinien est cuticulaire, résistant; il ne change pas de forme sous la poussée du *tapetum nigrum*. Leur segment interne est, au contraire, granuleux, plus plastique, et se raccourcit sous l'influence de la pression choroïdienne. Les autres couches de la rétine doivent aussi en ressentir le contre-coup, mais plus faiblement.

Ainsi, il n'est nullement nécessaire, pour expliquer les actions réflexes s'accomplissant dans l'œil non éclairé, de recourir à l'hypothèse d'un nerf optique à la fois sensitif et moteur. Le réflexe n'agit pas directement sur les cônes et les bâtonnets, il actionne le réseau vasculaire de la choroïde, le rend plus turgescent et, par son intermédiaire, pousse légèrement en avant les couches postérieures de la rétine. La projection de cette membrane se traduit physiologiquement par un raccourcissement de l'axe optique, histologiquement par un mouvement des cellules pigmentaires et par une contraction du segment interne des cônes et des bâtonnets. La turgescence de la tunique vasculaire correspond à une excitation lumineuse; sa non-turgescence à l'obscurité. Ces

relations entre la lumière et une vascularisation plus active sont suffisamment établies pour nous dispenser d'en parler longuement. Tout le monde sait que la projection d'un intense faisceau de lumière dans l'œil peut déterminer des hémorragies dans cet organe.

Les considérations qui précèdent s'appliquent non seulement à l'homme, mais aussi aux autres Vertébrés. Chez ces derniers, nous n'observons que les modifications histologiques produites par l'excitation lumineuse; quant aux phénomènes physiologiques que cette excitation provoque, ils échappent à l'observation directe, mais si nous jugeons par analogie, ils doivent être de même nature que ceux décrits chez l'homme. Le rôle érectile de la choroïde sera plus ou moins marqué, suivant l'importance du réseau vasculaire de cette membrane, et suivant le pouvoir réfringent des milieux dioptriques de l'œil. Chez les poissons, par exemple, dont le cristallin est fort bombé et dont l'appareil accommodateur est peu développé, la présence d'un riche réseau vasculaire choroïdien servant à projeter la rétine serait d'une grande utilité. Peut-être la glande choroïdienne si caractéristique de cette classe joue-t-elle le rôle d'un appareil érectile et contribue-t-elle à une mise au point plus exacte des images rétiniennees ?

Nos expériences ont montré que l'excitation lumineuse détermine deux effets principaux : 1^o une variation de l'acuité visuelle; 2^o une augmentation dans l'éclairage des images observées. Nous nous sommes longuement arrêtés sur le premier de ces effets; disons, pour terminer, quelques mots du second.

Les conditions d'éclairage des échelles typographiques restant constantes pendant toute la durée des expériences, on ne peut donc attribuer à une cause extérieure cette augmentation d'intensité. Elle n'est pas due à un effet de contraste, puisque ces échelles typographiques ne sont lues qu'avec un œil. Elle n'est pas provoquée par une excitation réflexe de la rétine, car la netteté des images en serait diminuée et c'est l'inverse qui s'observe.

L'augmentation de l'intensité lumineuse ne résultant pas d'une augmentation correspondante de l'éclairage ou d'une excitation réflexe de la rétine, doit être, nous semble-t-il, une conséquence de la variation du diamètre de la pupille et de la turgescence choroïdienne. La pression exercée par cette turgescence, tout en projetant la membrane rétinienne, diminue la courbure de celle-ci. La couche des cônes et des bâtonnets s'étale légèrement et le nombre des éléments excités par les rayons lumineux devenant plus considérable, l'image perçue paraît aussi plus intense. Cet effet se produira, quelle que soit la position du plan focal postérieur, et ceci nous explique pourquoi, dans les yeux hypermétropes, l'intensité des images rétiniennes tend à augmenter sous la projection du faisceau de lumière, alors que l'acuité visuelle s'affaiblit plutôt.

CONCLUSIONS

Les faits que nous avons exposés dans le cours de ce travail nous paraissent avoir, par les idées théoriques qu'ils suggèrent, une certaine importance. Ils complètent les découvertes d'Engelmann et permettent, croyons-nous, d'en donner une interprétation satisfaisante. Les excitations lumineuses provoquent, soit directement, soit par action réflexe, des phénomènes physiologiques qui se traduisent par une variation de l'acuité visuelle et une augmentation dans l'éclairage des images perçues. Ces phénomènes correspondent à un déplacement de la couche des cônes et des bâtonnets de 80 microns en moyenne chez l'homme. La projection des éléments photo-sensibles de la rétine ne peut s'expliquer que par une érection de la choroïde déterminant une certaine pression sur les cellules pigmentaires et sur les couches rétinienne externes. Les changements de forme que subissent les segments internes des cônes et des bâtonnets sont certainement une conséquence de cette pression choroïdienne.

Le mécanisme érectile de la tunique vasculaire, actionné par un réseau nerveux vaso-moteur très délicat, permet de comprendre pourquoi et comment l'excitation lumineuse agit sur les yeux par simple voie réflexe. Tout faisceau de lumière tombant sur un des yeux ou même sur une région donnée de la surface du corps, produit une réaction vaso-motrice. La choroïde, dont le réseau capillaire est fort développé, réagira elle aussi, mais plus faiblement que si l'œil lui-même était directe-

ment excité. La circulation sanguine y deviendra plus active et la turgescence, dont cette tunique est le siège, exercera une pression sur les couches avoisinantes et en modifiera la position première. Lorsque l'action réflexe a son point de départ dans la peau, les yeux étant maintenus dans l'obscurité (expériences d'Engelmann sur des grenouilles), les réactions de ces organes sont peut-être provoquées non seulement par les rayons lumineux, mais en partie aussi par les rayons caloriques qui les accompagnent. En résumé, les phénomènes physiologiques constatés par nous chez l'homme, ainsi que les contractions des cônes et des bâtonnets observées par Engelmann dans la série des Vertébrés, sont entre eux dans le rapport de cause à effet. Le changement de position des couches rétinienne qu'exigent ces phénomènes physiologiques entraîne le mouvement des cellules pigmentaires et le raccourcissement des éléments récepteurs de la rétine. Mais ces deux groupes d'effets, déterminés par l'excitation lumineuse, sont dus, en dernière analyse, à une fonction réflexe d'ordre vasomoteur, c'est-à-dire à la fonction érectile de la choroïde.

Les conclusions auxquelles nous sommes arrivés dans ce travail ne se rapportent qu'à l'œil des Vertébrés. Les granulations pigmentaires de l'organe visuel des Arthropodes et les cellules qui les renferment réagissent aussi sous l'influence de la lumière. Mais ces réactions ne peuvent être complètement assimilées à celles de la rétine des Vertébrés, et le mécanisme à l'aide duquel elles se produisent chez les Arthropodes n'est en tous cas pas comparable à celui que nous venons de décrire.

NOTE

Notre travail était déjà à l'impression, lorsque nous avons eu connaissance du mémoire de Nuel sur *La vascularisation de la choroïde et la nutrition de la rétine*, paru dans les Archives d'Ophtalmologie de février 1892. Les conclusions de ce savant confirment indirectement notre manière de voir. Nuel démontre, en effet, que « au niveau de la *fovea*, l'accumulation des vaisseaux veineux et capillaires est telle que la choroïde y est notablement plus épaisse que partout ailleurs, malgré que la couche des gros vaisseaux y fasse défaut. Et cet épaississement est dû surtout au développement exagéré que prennent les vaisseaux de petit calibre, ayant presque exclusivement la structure de veinules. »

Le niveau de la *fovea centralis* est donc la région de la choroïde, dont la structure capillaire est la plus prononcée, et qui présente par conséquent les conditions les plus favorables pour jouer le rôle érectile que nous lui prêtons.



DE L'OXYHÉMOGLOBINE

ET

DE SON DOSAGE APPROXIMATIF

PAR H. ALBRECHT, D^r-MÉD.

Notice lue à la séance du 11 décembre 1891

L'hémoglobine, ou pour s'exprimer plus scientifiquement, l'oxyhémoglobine, se rencontre dans les globules rouges du sang chez tous les Vertébrés. C'est elle qui donne la couleur rouge au sang. On la trouve aussi chez beaucoup d'invertébrés, soit dans des globules analogues aux globules sanguins, soit en dissolution dans un sang dépourvu de globules, soit même à l'état libre dans les tissus musculaires et nerveux, et dans la rate. A l'état pathologique, elle se rencontre parfois dans les urines, par exemple après l'empoisonnement par l'acide phénique, résorbé par des plaies et après injection d'eau dans les veines.

Dans les globules rouges, l'oxyhémoglobine est unie au protoplasma du globule sans que la science ait encore pu déterminer à quel état elle y est contenue. Dans certaines conditions, elle peut s'y rencontrer à l'état cristallin, et le cristal d'hémoglobine peut alors remplir tout le globule rouge, qui paraît ainsi transformé en cristal.

La quantité d'hémoglobine contenue dans les globules rouges du sang varie suivant les espèces animales. Elle est de 12,3 % chez l'homme en santé.

Le mode de formation de l'hémoglobine dans le sang est encore inconnu. On n'a pas pu obtenir jusqu'à ce jour la matière colorante du sang par voie de synthèse chimique. D'après le professeur Bunge, à Bâle, ce seraient les globules rouges du sang eux-mêmes qui élaboreraient cette substance. Il admet trois étapes de formation. Dans une première, il se formerait une substance colorante encore dépourvue de fer; dans la seconde, cette substance se chargerait de fer et, dans la troisième, elle s'unirait à une substance albuminoïde pour former l'hémoglobine. La présence de l'oxygène dans les tissus est nécessaire pour produire cette union.

Le rôle physiologique de l'hémoglobine est d'absorber l'oxygène de l'air introduit par la respiration dans les poumons. L'oxygène fixé ainsi par l'hémoglobine aux globules rouges du sang est transporté par ce liquide, au moyen de la circulation, dans les vaisseaux capillaires et dans l'intimité des organes, les tissus et cellules. Là, l'oxyhémoglobine perd une partie de son oxygène. Les cellules s'en emparent pour vivre et pour remplir leurs diverses fonctions, et il les quitte sous forme d'hémoglobine *réduite*, qui est transportée par le sang veineux des capillaires aux veines caves, au foie et au cœur droit. De là, elle est conduite aux poumons pour y subir une nouvelle oxydation.

Dans ce parcours à travers l'appareil circulatoire et les tissus, une partie de l'oxyhémoglobine est, comme je viens de le mentionner, réduite et elle donne naissance à un certain nombre de produits de décomposition. Il semblerait que la matière colorante de la bile, la bilirubine, se forme dans le foie, aux

dépens de l'oxyhémoglobine. Cette bilirubine reparait ensuite dans les urines sous forme d'urobiline.

Que cette substance si importante pour l'économie, l'hémoglobine, ait attiré l'attention des médecins chargés de guérir les vices du sang, cela est facile à comprendre. Dans notre époque de surmenage physique, gastronomique et intellectuel, chaque médecin, qu'il pratique à la campagne ou en ville, est constamment appelé à combattre cette hydre aux cent têtes, l'*anémie*. Il serait superflu de vous en donner la définition et de vous la décrire. Vous la connaissez tous. Elle commence souvent avec le premier cri de l'enfant et ne s'éteint qu'avec le dernier soupir du vieillard.

Il est plus que probable que l'anémie repose sur un affaiblissement héréditaire ou acquis du globule sanguin rouge, qui n'élabore qu'insuffisamment l'hémoglobine, matière qui doit se charger d'oxygène dans les poumons pour l'apporter aux autres cellules du corps, lesquelles ne peuvent vivre et fonctionner normalement qu'avec le concours de ce précieux gaz. Si ces cellules fonctionnent mal, il est naturel que les globules sanguins rouges ne peuvent y puiser les éléments nécessaires pour la formation de l'hémoglobine, et le cercle vicieux se trouve ainsi établi à perpétuité, ou jusqu'à ce qu'un traitement convenable vienne donner une nouvelle vigueur à la totalité des cellules du corps.

En recherchant les causes de l'anémie dans le sang, on a voulu les trouver dans la diminution du nombre des globules sanguins rouges. Certes, quand le nombre en est peu considérable, la totalité d'hémoglobine qu'il renferme est aussi faible et l'oxygé-

nation du sang et des tissus se fait mal. Les causes de destruction ou d'insuffisance de formation de globules sanguins rouges sont multiples. Je signale les abus d'excitants, surtout d'alcool, les veillées, les micro-organismes, les passages d'un âge à un autre, les influences déprimantes morales. On a aussi voulu la rencontrer dans une prédominance des globules blancs sur les rouges, comme dans la leucohémie. Certes, là aussi, la totalité de l'hémoglobine du sang est diminuée, parce que les globules rouges, contenant de l'hémoglobine, sont en trop petit nombre. Cependant, Malassez a démontré qu'il n'y a pas un rapport constant entre le nombre des globules et la couleur du sang. Tout dépend de la valeur d'un globule rouge en hémoglobine. Un nombre relativement restreint de globules rouges, mais ayant une moyenne d'hémoglobine suffisante, peut produire un fonctionnement tout aussi parfait qu'un nombre de globules très grand, mais pauvres en hémoglobine. C'est donc la richesse de cette substance qui décide de la valeur du sang.

De tout temps les médecins et les physiologistes ont fait des tentatives pour doser la quantité de l'hémoglobine. On y est parvenu de différentes manières. Je les énumérerai d'après leur valeur scientifique :

1. Procédés chimiques de dosage de l'hémoglobine par le fer, le chlore, la quantité d'oxygène absorbé, la quantité d'hématine formée.

2. Procédés spectro-photométriques. Procédé de Vierordt et sa modification par Hüfner.

3. Procédés diaphonométriques. Procédé de Hénoch.

4. Procédés colorimétriques.

Je ne me suis occupé dans mes recherches que de ces derniers, et c'est d'eux seuls que je dirai quelques mots.

Ils sont fondés sur le principe général que si deux solutions de couleur, examinées dans des conditions identiques d'épaisseur et d'éclairage, présentent la même intensité de coloration, leur richesse en matière colorante est la même. Il y a deux façons d'opérer.

1. *Procédés à étalon fixe.* — On étend d'eau le sang à examiner jusqu'à ce qu'on soit arrivé à une *couleur type*, dont on a déterminé à l'avance la richesse en hémoglobine. Sur ce principe est basé l'hémoglobinomètre Gowers-Sahli. Cet appareil se compose de deux petites éprouvettes, dont l'une, dans laquelle se fait le mélange, est graduée de 0 à 140 degrés. On les fixe sur un pied commun pour comparer leur contenu. L'une, l'éprouvette-étalon, est remplie de glycérine au picro-carmin et fermée à la lampe. Sa teinte représente celle d'une solution de sang *normal* au 100^{me}. L'autre éprouvette, la graduée, reçoit 20 millimètres cubes du sang à examiner, auquel on ajoute de l'eau distillée jusqu'à ce que sa teinte soit la même que celle de l'éprouvette-étalon. On juge de la quantité d'hémoglobine d'après la quantité d'eau qu'il a fallu ajouter ou, pour mieux dire, on déduit la quantité d'hémoglobine de la quantité d'eau ajoutée.

2. *Procédés à étalon variable.* — On étend le sang d'une quantité d'eau toujours la même et on cherche la teinte identique dans une série d'étalons colorés,

correspondant à des quantités déterminées d'hémoglobine.

a) Procédé des rondelles colorées du professeur Hayem, à Paris.

Hayem remplace la solution de sang-étalon par une série de rondelles de papier colorées, n° 1 à 10, correspondant chacune à un certain nombre de globules sanguins par millimètre cube, un chiffre qu'il faut déterminer d'avance par l'examen au microscope en comptant les globules. On remplit deux cellules de verre voisines, formées par deux anneaux de verre, disposées côte à côte sur un porte-objet. L'une de ces cellules reçoit la solution du sang à examiner, 5 millimètres cubes dissous dans 500 millimètres cubes d'eau; l'autre ne contient que de l'eau distillée. On glisse alors successivement sous cette dernière les rondelles colorées jusqu'à ce que l'une des rondelles produise la coloration identique à celle de la solution sanguine.

b) Hémomètre Fleischl von Marxow. Cet appareil est formé par un prisme de verre coloré, dont on compare la couleur à celle du sang dilué, 6 $\frac{1}{2}$ millimètres cubes de sang dans 1000 millimètres cubes d'eau distillée. Le prisme glisse sous la solution sanguine, mû par une crémaillère commandée par un bouton. L'échelle graduée se trouve gravée sur le bord tourné vers le bouton de la crémaillère. Elle est, comme celle de Gowers-Sahli, graduée à cent degrés. Une personne atteinte d'anémie grave n'arrive pas à 40 degrés, anémie de moyenne intensité 60 degrés, sang normal de 90 à 100 degrés ou plus.

Comme je n'ai travaillé dans mes recherches comparatives qu'avec ces trois appareils de Hayem,

Gowers-Sahli et Fleischl, je ne vous parlerai pas des nombreux autres appareils, inventés dans le même but et qu'on rencontre dans les cliniques des différents pays.

Les résultats obtenus avec les trois appareils, dont je vous ferai tout à l'heure la démonstration, sont assez semblables, mais leur emploi est diversement commode et expéditif.

Le procédé avec l'appareil Gowers-Sahli est le plus rapide, mais le moins sûr. L'emploi de l'appareil Hayem est très sûr, mais il prend beaucoup de temps, parce que la détermination de la quantité d'hémoglobine est précédée par le comptage des globules sanguins rouges fait au microscope et suivi d'un petit calcul.

Je donne incontestablement la palme à l'appareil de Fleischl, à cause de sa facilité de mouvement et des bons résultats obtenus. Il présente un seul inconvénient, c'est l'obligation de travailler avec la lumière artificielle, lampe à pétrole ou à gaz. Cependant cet inconvénient n'est que relatif et ne diminue en rien la valeur de l'appareil.

Je dépasserais le cadre de ma communication si je voulais entrer dans le détail des résultats de mes recherches. Je ne tenais à vous parler que de l'oxy-hémoglobine et à vous faire la démonstration des appareils couramment employés en médecine pratique pour le dosage approximatif de cette importante substance.

BIBLIOGRAPHIE CONSULTÉE :

1. Georges Hayem, professeur et médecin de l'hôpital Saint-Antoine, à Paris. *Recherches sur l'anatomie normale et pathologique du sang.*
2. Johannes Ranke, professeur à l'Université de Munich. *Das Blut, eine physiologische Skizze.*
3. *De la crise hématique dans les maladies aiguës*, par le Dr Louis Reyne, à Paris.
4. Landois, L., Dr, professeur, à Greifswald. *Lehrbuch der Physiologie des Menschen.*
5. Beaunis, professeur de physiologie à Nancy. *Physiologie humaine.*
6. O. Löw, Pflügers Archiv, tome XXII, 1880. *Eine Hypothese über die Bildung des Albumins.*
7. Gowers, Dr med., Med. Times, 1878. *Apparatus for the clinical estimation of the hæmoglobin in blood.*
8. Dr Sahli, Dozent in Bern. Korrespondenzblatt der Schweizer-Ärzte, 1886. *Das Hémoglobinomètre von Gowers.*
9. G. Hayem, à Paris. *Expériences sur les substances qui altèrent l'hémoglobine.*
10. Fleischl von Marxow, Dr med., à Vienne. Jahrb. für Medizin, 1889. *Das Hæmometer.*
11. Dr Wilhelm Waldmann, à Berlin. *Was sind und wie wirken Sauerstoffinhalationen?*



LES FORCES MOTRICES DU JURA

PAR G. RITTER, INGÉNIEUR

(Communication faite dans la séance du 10 juin 1892)

Les forces motrices du Jura français avoisinant notre région peuvent se classer en trois groupes :

- 1^o Celui de la Loue ;
- 2^o Celui du Lizon, tributaire de la Loue ;
- 3^o Celui du Doubs, comprenant le Dessoubre.

Une société en voie de formation et dont j'ai l'honneur d'être l'un des fondateurs, m'a chargé de l'élaboration de ses projets et de son programme économique et industriel embrassant l'utilisation de ces forces.

J'ai pensé que cette question d'utilisation et de mise en valeur de forces dont une partie des cantons de Vaud, Neuchâtel et Berne pourront profiter, intéresse suffisamment notre canton pour que je me croie autorisé à vous faire une communication sur ce sujet ; celle-ci ne sera qu'une première ébauche que je me permettrai de compléter l'année prochaine d'une foule de données scientifiques et techniques que j'étudie en ce moment.

Je commencerai par vous exposer le projet qu'il s'agit de réaliser sur la Loue.

Projet d'utilisation de la Loue.

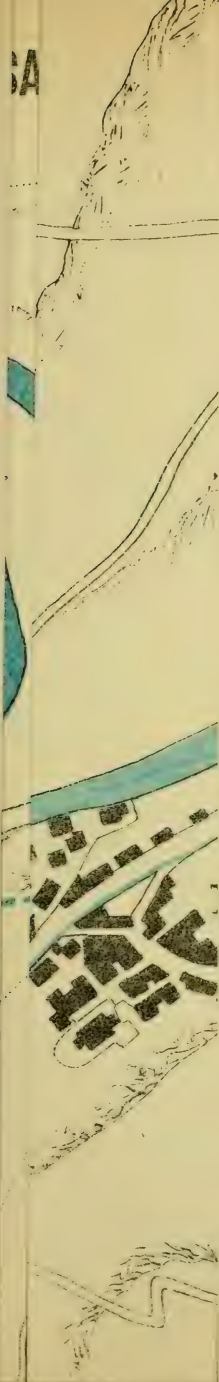
La Loue est une source vaclusienne, de beaucoup la plus importante des eaux souterraines connues, venant sourdre, comme la célèbre fontaine de Vaucluse, de massifs rocheux du groupe jurassique. Elle sort du massif à 4 kilomètres en amont de Mouthier, dernier village de la vallée d'Ornans, à laquelle la rivière de la Loue donne son nom.

CHUTE. — La chute acquise par la nouvelle société est comprise entre la cote 535^m,28
sortie des eaux du rocher, et 378^m,75
cote du barrage de l'usine limitant la conces-
sion, ce qui constitue donc une chute de . 156^m,53
sur environ 4 kilomètres de parcours.

DÉBIT. — Le débit de la rivière ne descend en étiage ordinaire guère au-dessous de 4 mètres cubes par seconde et les travaux qu'il s'agit d'exécuter doivent pouvoir satisfaire à un débit de 8 mètres cubes par seconde. On compte sur une chute de 150 mètres, car les 6^m,53 de chute supplémentaire seront conservés à la sortie des eaux sous forme de chute brute pour ne détruire en rien la remarquable et pittoresque curiosité de la grotte d'où jaillissent les eaux, véritable merveille de la nature.

FORCE. — En comptant 4 mètres d'eau par seconde et une chute de 150 mètres, on aura 6 000 chevaux nets de 24 heures.

Un petit lac, créé en amont, permettra de porter le débit, pendant les heures les plus chargées de la



UTILISATION DES FORCES MOTRICES DE LA LOUE

PAR

G. RITTER, INGÉNIEUR.

Echelle au 1/1000

Légende

- A. Bassin créé par le barrage B
- B. Barrage en gros béton.
- C. Canal navigable, à ciel ouvert
- D. Canal en souterrain.
- E. Débarcadère.
- F. Jonction du canal et de la conduite motrice.
- G. Usine hydraulique et électrique.
- H. Tramway électrique de Lods à Mouthier.
- I. Sources de la Loue.
- K. Mouthier.
- L. Canal non navigable.
- M. Conduite motrice



journée en travail moteur, à 7 ou 8 mètres cubes, ce qui produira une force de 10 000 à 12 000 chevaux nets sur l'arbre des moteurs pour cette période de la journée.

On aura donc une force de 6 000 chevaux au minimum et de 12 000 au maximum.

UTILISATION ET PROGRAMME. — Le plan ci-contre donne une esquisse générale du projet lorsqu'il sera complètement exécuté, et la légende qui l'accompagne indique suffisamment le vaste programme de la société. (Voir planche I.)

Les forces de la Loue serviront à éclairer électriquement Besançon et les localités du vaste plateau qui sépare cette ville de la Suisse, comme aussi à les alimenter d'eau potable et de force motrice.

HYDROLOGIE CONCERNANT LA LOUE. — Le massif jurassique qui sépare la vallée du Doubs, de Montbéliard à Dôle, de celle du cours de cette même rivière, dès son origine près de Mouthe, à Saint-Hippolyte, est presque entièrement formé de roches perméables du jurassique supérieur, donnant naissance aux sources de la Loue, du Lizon, de divers affluents du Doubs et du Dessoubre. Il est impossible de déterminer avec précision les bassins alimentaires de chacune de ces sources; j'espère cependant y arriver au moyen de coupes géologiques, avec niveaux suffisamment précis, pour être en état de déterminer la ligne de partage des eaux. Mais cette vaste étude, à peine commencée dans son canevas général, exigera une ou plusieurs années et fera l'objet de communications complémentaires.

Projet d'utilisation du Lizon.

Tout ce qui vient d'être dit de la Loue, comme genre de source souterraine, peut être répété au sujet du Lizon, qui vient sourdre des mêmes massifs jurassiques formant le vaste plateau qui donne naissance à la Loue. Sa sortie a donné naissance à une grotte plus considérable en étendue que celle de cette rivière, mais le volume d'eau débité par le Lizon peut être supputé à 50 % de celui de la Loue, donc en général, comme étiage ordinaire, à 2 mètres cubes par seconde.

CHUTE. — La chute totale que la future compagnie franco-suisse des eaux et forces motrices du Jura pourra utiliser sera de 62 mètres environ.

FORCE. — La force disponible sera donc de 1 200 chevaux nets et pourra, par des moyens régulateurs, ascendre pendant certaines heures du jour à 2 000 chevaux.

UTILISATION DES FORCES. — La force du Lizon servira à éclairer et à alimenter en eau, force et lumière, Salins, Mouchard, Poligny, Arbois et Dôle, ainsi que les grands villages avoisinants.

Pour ce qui concerne l'hydrologie et les questions géologiques qui se rattachent à ce remarquable cours d'eau, je les traiterai également dans les communications complémentaires dont j'ai déjà parlé plus haut.

Projet d'utilisation du Doubs.

La société des forces motrices se propose d'utiliser le Doubs depuis sa sortie de la vallée de Mouthe, où il prend sa source, jusqu'en aval du Refrain.

CHUTE. — Actuellement, 115 mètres de hauteur de chute lui sont assurés sur la rive française, et 75 mètres sur la rive suisse. C'est à peu près la moitié des 190 mètres de chute qu'il serait possible de tirer du Doubs depuis le lac des Brenets à la Goule, près de Saignelégier.

Je fais abstraction, dans cette communication, des forces à tirer du Doubs plus en amont du lac des Brenets, car il s'y rattache des problèmes qui ne pourront être résolus qu'en surmontant de grandes difficultés; il est donc inutile de décrire ici des projets qui ne se réaliseront peut-être pas de si tôt.

En admettant que l'Etat de Neuchâtel, qui possède des forêts le long du parcours qui nous intéresse, accorde à la société les concessions qu'elle demande, il s'agirait pour ces concessions de la moitié environ de 960 chevaux, et avec la force des chutes de La Roche, appartenant à MM. Haldimann et Mathey, et celle du Saut-du-Doubs, on arrive, avec les forces disponibles assurées à la future société, à un total de 2280 chevaux nets, dont 1140, soit la moitié, sont du côté français.

VOLUME. — Le Doubs débite à l'étiage 1200 litres d'eau, ce qui, avec une chute totale de 190 mètres, représente les 2280 chevaux nets de force.

Dans les 1140 chevaux figurent, indépendamment des chutes Mathey et Haldimann, celles du Tracoulot et du Saut, qui comptent pour environ 40 mètres de chute au total.

Cette idée d'utiliser le Saut du Doubs ne doit pas causer une fâcheuse impression aux amateurs de la belle nature, car il s'agit au contraire d'obtenir une

chute plus imposante et, dans ce but, de rendre étanche le massif rocheux qui la forme.

Le saut futur aura donc une quarantaine de mètres au lieu de 27, et le lac des Brenets ne se videra plus par l'orifice inférieur qui perce sa paroi de retenue et le vide chaque année pendant plusieurs mois, de telle manière que la chute ou saut est à sec pendant toute cette période de l'année.

On aura soin de conserver aux bétons de ce barrage l'aspect sauvage et irrégulier de bancs rocheux, sans traces de lignes architecturales ou techniques quelconques.

Grâce à ce travail d'obturation ainsi compris, le lac des Brenets gagnera sous tous les rapports et une force considérable pourra être acquise en ménageant l'eau la nuit. Enfin, la chute pourra fonctionner, au lieu de quelques mois seulement, toute l'année, et en basses eaux au moins quelques heures par jour, pour le plus grand avantage du village des Brenets et de son chemin de fer qui y amène les touristes.

Les bateaux du lac conduiront les voyageurs jusqu'au Saut et de là, une fois le projet complet exécuté, ils peuvent se faire transporter de lac en lac jusqu'au Moulin-Brûlé ou à la Maison-Monsieur, où un double funiculaire leur permettra de se diriger soit du côté suisse sur la Chaux-de-Fonds, soit du côté français sur le Russey et le plateau circonvoisin.

UTILISATION DE LA FORCE. — Il est évident que pour capter et mettre en œuvre seulement 2280 chevaux de force ou même en comptant 3000 avec l'amplitude due aux bassins de retenue, il ne saurait être question de dépenser les nombreux millions que

Bonnétage

L

Le Russey

Cerneur-M

Les Fuottes

La G
de

Doubs »»→

La Cha

Les Eplatures

Loele

UTILISATION DES FORCES MOTRICES DE LA LOUE ET DU DOUBS

PDR

G. RITTER, INGÉNIEUR



coûtera l'utilisation du Doubs sur 25 kilomètres de son parcours développé. Mais, par des moyens dont il sera fait la démonstration l'année prochaine, je l'espère, on pourra porter cette force totale du Doubs à 6000 ou 7000 chevaux, et même la quintupler au besoin.

Avec cette force, il sera alors possible de réaliser l'alimentation en eau, force et lumière, de toutes les localités qui figurent du côté français sur le dessin ci-contre, à l'échelle du 1:100000. (Voir planche II.)

Plus de 60 localités de ce plateau, représentant 30 000 âmes de population, n'ont pas d'autre eau que celle souvent infecte de mauvaises citernes, et vous voyez figurer sur les dits dessins le réseau futur des maîtresses conduites qui alimenteront cette région. Ce réseau recevra une eau abondante soit de la Loue, soit du Doubs, les sources disponibles pouvant fournir un total de plus de 20 000 à 25 000 litres d'eau par minute, sans tenir compte des sources non disponibles pour l'entreprise.

Sous ce rapport encore, lorsque mes études sur l'hydrologie des nombreuses sources dont il s'agit ici seront plus complètes et que les analyses de ces eaux seront faites, je m'empresserai de vous en communiquer les résultats.

La distribution et l'élévation des eaux du système de la Loue alimenteront le réseau, d'un côté par le plateau des Usiers et Arc-sous-Cicon, et ceux du Doubs l'alimenteront par le plateau du Russey.

Des réservoirs et chambres d'eau nombreux, installés en général au même niveau, formeront des réserves capables de fournir, en un point quelconque de cet immense réseau, un volume d'eau supérieur à celui

des besoins normaux, pour les cas d'incendie, par exemple.

Le réseau de Morteau et Villers pourra alimenter les Brenets et le Locle, et cet embranchement sera commandé par un réservoir qui, de même que les autres, sera placé à environ 1040 mètres sur mer et par conséquent alimentera le Locle avec une pression suffisante pour donner aux maisons les plus élevées de la ville l'eau nécessaire aux habitants, comme aussi il permettra de combattre vigoureusement les plus violents incendies.

Les Brenets seront encore plus favorisés sous le rapport de la pression de l'eau.

Indépendamment de cette distribution générale d'eau d'alimentation, qui sera un immense progrès pour la région, l'entreprise fournira aux localités qui le désireront, de la lumière électrique à un prix qui fera concurrence au pétrole; celui-ci coûte en France 50 à 55 cent. le litre, alors qu'on ne le paye en Suisse que 20 cent. à peine.

Il va sans dire que les localités suisses du voisinage pourront également recevoir de l'énergie électrique aux mêmes conditions que les localités françaises. Il en est de même pour l'eau, car dans l'avenir si les villes de la Chaux-de-Fonds, du Locle, et les villages circonvoisins venaient à épuiser les ressources du pays neuchâtelois en sources, le système élévatoire de la Loue, plus riche en eau que celui du Doubs, pourrait fournir un volume indéfini d'eau d'alimentation. J'ai dit déjà qu'il s'agit de 20 000 à 25 000 litres d'eau par minute, et ce volume pourrait être doublé au moyen de sources situées à quelques dizaines de mètres plus bas que le futur grand barrage de la Loue.

Résumé.

Les forces motrices dont disposera l'entreprise, si les concessions lui sont toutes accordées, comprendront :

	Minima		Maxima	
Sur la Loue .	6 000	à	10 000	chevaux.
» le Lizon .	1 200	à	2 000	»
» le Doubs .	2 280	à	3 000	»

Soit un total de 9 480 à 15 000 chevaux.

Mais, par des moyens que je ne puis exposer aujourd'hui dans cette communication, pour des raisons majeures que vous connaîtrez lorsque ces moyens seront assurés à la future compagnie des eaux, il sera possible de porter les forces totales disponibles par cette importante entreprise aux chiffres suivants :

Minima, 49 800 chevaux; maxima, 57 700 chevaux effectifs de 12 heures.

C'est assez dire combien le canton de Neuchâtel agirait avec imprévoyance en refusant la concession des quelques centaines de chevaux du Doubs qui existent aujourd'hui sur le parcours neuchâtelois de cette rivière et actuellement non encore concédés, car les puissants moyens de quintupler ces forces seraient alors mis en œuvre ailleurs que sur le Doubs neuchâtelois et, au lieu d'avoir en perspective pour l'avenir une réserve inépuisable de force motrice à disposition, on resterait réduit chez nous, de ce côté, à la moitié des 1 200 chevaux que peut donner cette rivière à l'étiage, en l'état actuel de ses conditions hydrographiques et météorologiques.

Il est utile que cela soit dit et écrit quelque part, afin que si, par malheur, nos autorités faisaient fausse route en l'occurrence, il soit prouvé que ce n'est pas faute de les avoir avisées et indiqué la véritable voie à suivre.

L'important n'est pas d'essayer d'empêcher la réalisation d'une grande œuvre qui profitera en partie à nos voisins, car dans ce cas on n'empêcherait rien du tout, tout en se privant d'une partie des avantages de l'œuvre nouvelle; mais ce qui importe, c'est d'en aider au contraire la réalisation en s'assurant le plus d'avantages possibles. C'est ce que j'ai le ferme espoir de réaliser très complètement.



LES CHAUDIÈRES A VAPEUR

DANS LE CANTON DE NEUCHÂTEL EN 1890

PAR L. FAVRE, PROFESSEUR

(Lu à la séance du 12 novembre 1891)

Je viens, comme d'habitude, présenter à la Société un résumé de l'état des chaudières à vapeur dans notre canton, tel qu'il résulte de la visite générale faite, à la fin de l'année 1890, par la Commission d'Etat chargée de cette surveillance. Cette visite, qui a lieu tous les deux ans, a non seulement un but statistique, mais elle affirme le contrôle exercé par le département de l'Intérieur, dans l'intérêt de la sécurité générale, non seulement sur les chaudières et leurs appareils de sûreté, mais sur les chauffeurs, leurs mutations, leurs états de services, leur capacité, les soins qu'ils apportent dans leurs fonctions, car c'est du chauffeur que dépend surtout la confiance qu'une machine à vapeur peut inspirer.

A la fin de l'année 1890, le nombre des chaudières en activité dans le canton était de 100, réparties par districts de la manière suivante :

DISTRICTS	Chaudières	Dont généra- leurs	Inscrites ds la Soc. suisse	Non inscrites	Force en che- vaux	Rayées du rôle, dep. 1888
Neuchâtel. . . .	22	9	17	5	127	1
Boudry. . . .	1	1	—	1	0	1
Val-de-Travers .	29	8	24	5	384	1
Val-de-Ruz . .	9	1	3	6	115	—
Chaux-de-Fonds.	24	11	22	2	112	1
Locle	15	—	10	5	319	4
Total	100	30	76	24	1057	8

En 1886, il y avait déjà 100 chaudières, malgré les 20 qui avaient été rayées du rôle pour être remplacées par des moteurs à gaz, ou pour cessation d'usage ou de travail, dont 11 à Neuchâtel seulement.

En 1888, le nombre des chaudières était tombé à 90.

En 1889 et 1890, on en compte 17 nouvelles, mais 8 sont rayées du rôle.

Les causes qui font abandonner les machines à vapeur sont la cessation d'une industrie, des revers de fortune, l'adoption plus avantageuse d'un moteur à gaz ou au pétrole, ou la transmission de la force par l'électricité, ainsi que cela a lieu au Locle depuis l'année dernière.

C'est le Val-de-Travers qui compte le plus grand nombre de chaudières à vapeur et en même temps les plus puissantes, pour le service de la fabrique de ciment de Saint-Sulpice, dans les basses eaux de l'Areuse, ou de la mine d'asphalte de Travers qui, à elle seule, occupe 6 chaudières; la distillation de l'absinthe en emploie 7, constamment en activité; les autres sont installées dans des scieries, dans une tuilerie, dans des fabriques d'horlogerie, d'allumettes, de machines à tricoter. Le seul village de Couvet possède 10 chaudières, Travers 9. Ces chiffres nous donnent une idée de l'activité industrielle qui règne dans ce vallon, et nous expliquent le désir qui se manifeste en ce moment d'utiliser par transmission électrique le courant de l'Areuse partout où il sera possible d'y établir un moteur.

A la Chaux-de-Fonds, autre localité industrielle, 11 générateurs servent au chauffage, 5 à des ateliers façonnant le bois, 4 seulement à des travaux d'horlogerie.

Malgré les pluies fréquentes de l'été de 1890, les cours d'eau qui fournissent la force motrice aux moulins, scieries, battoirs du Val-de-Ruz, étaient si bas déjà au mois d'octobre que ces usines ont dû avoir recours à leurs machines à vapeur. Il en a été de même à Serrières, où toutes les chaudières étaient en feu, et où la fabrique de chocolat a dû ajouter temporairement une locomobile. La même disette d'eau s'est reproduite encore plus intense, pendant l'hiver dernier, et cela dans tout le canton; c'est à la vapeur que l'usine électrique du Locle a dû demander sa force motrice pour l'éclairage et les services auxquels elle est appelée.

Il serait intéressant de connaître à quel degré est tombé le régime de nos eaux en général, durant ces longs mois où la terre, couverte de neige et durcie par la gelée, condamnait les sources à leur rendement le plus minime et, nous dit-on, rarement observé.

* * *

Outre la Commission d'Etat, la surveillance des appareils à vapeur continue à être exercée par les agents de la Société suisse des propriétaires de chaudières à vapeur, dont un inspecteur, installé à Lausanne, parcourt les cantons de la Suisse romande. En ce moment, 76 de nos chaudières sont inscrites dans la Société; les 24 autres sont inspectées d'office deux fois par an.

Durant ces dernières années, comme du reste auparavant, aucun accident de quelque gravité ne s'est produit dans le canton; la rupture d'un tube à feu dans une chaudière tubulaire, et l'extinction du foyer

qui en est la suite, ne pouvant pas être envisagée comme un accident digne d'être relevé. D'après les informations que je tiens de M. Strupler, l'ingénieur en chef de la Société suisse, il en a été de même pour les 2800 chaudières soumises à sa surveillance. Les 5 explosions signalées en Suisse durant les dix dernières années intéressent des chaudières non inscrites dans la Société.

Une communication de M. Walther-Meunier, ingénieur en chef de la Société alsacienne des propriétaires de chaudières à vapeur, que j'ai entendue récemment à Mulhouse, dans une séance de la Société industrielle, donne pour ce qui concerne cette vaste association un résultat analogue. Il n'a relevé qu'un seul accident, survenu l'année dernière dans la région française sur laquelle s'étend sa surveillance; il s'agit d'une chaudière « Babcock et Wilcox » non encore inscrite dans la Société, et dont l'explosion a entraîné la mort de trois hommes. Ces chaudières, dont la construction rappelle le système Belleville, fonctionnant sous une pression de 16 kil. et essayées à 22 kil., exigent un agencement aussi soigné que solide des nombreux tubes qui les composent. L'examen approfondi auquel il s'est livré a démontré des imperfections dans l'assemblage des pièces, qui expliquent l'accident et sont un avertissement sérieux à l'adresse des constructeurs.

Cette question importante des explosions de chaudières m'a engagé à faire le dépouillement de toutes celles qui sont rapportées dans le numéro du 1^{er} janvier 1891 du *Journal officiel de la République française*. Elles sont au nombre de 41 et concernent seulement l'année 1889.

Ces 41 explosions, qui ont causé la mort de 31 hommes et blessé 46, se répartissent selon les mois et les jours de la semaine de la manière suivante :

Janv.	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septemb.	Octob.	Novemb.	Décemb.
2	1	1	6	3	2	5	3	4	4	5	5
Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi					
5	12	6	4	5	6	2					

Depuis longtemps on a observé que les accidents sont plus nombreux le lundi que les autres jours, et qu'ils surviennent d'ordinaire au moment de la mise en activité de l'appareil à vapeur. Sur 40 cas où le jour est indiqué, 12 tombent sur le lundi, et 19 quelques secondes ou quelques minutes après la mise en marche ; dans 4 ou 5 cas, lorsqu'on vient de recharger le foyer.

À part les vices de construction et la mauvaise qualité du métal, les causes énoncées dans l'analyse faite par des fonctionnaires officiels autorisés sont : le défaut d'alimentation d'eau, et le coup de feu qui en est la suite, le mauvais état des appareils de sûreté, la négligence du chauffeur ou des pratiques vicieuses, l'usure des chaudières après de longs services, les incrustations souvent considérables sur les parois intérieures et qu'il faudrait enlever régulièrement, etc.

Remarquons cependant que si quelques chaudières crevées existaient depuis 30 et même 34 ans, nous en comptons 18 qui ne dataient que de 1 ou 2 ans, ou au plus 8 à 9 ans. Ainsi, dans certaines circonstances, une chaudière neuve n'offre pas de garanties complètes de sécurité. Il en est de même des chaudières d'un petit volume, de celles que nous rangeons d'après

notre règlement dans la troisième catégorie, pouvant être installées dans une maison habitée, même dans un atelier, et que nous considérons comme ne présentant aucun danger. Le danger existe cependant, puisque sur 41 explosions, 14 sont observées dans des chaudières dont la capacité n'est que de quelques centaines de litres.

On voit l'utilité d'une telle étude et les enseignements qu'on peut en retirer. Une chaudière à vapeur n'inspire confiance qu'à la condition :

1^o d'être conduite par un chauffeur sobre, intelligent, consciencieux, ne négligeant aucune des précautions prescrites ;

2^o d'être pourvue d'appareils de sûreté en bon état : soupapes, manomètres, tubes de niveau, robinets d'essai, constamment consultés ;

3^o d'être visitée plusieurs fois par an par un technicien habile, qui l'examine attentivement en dehors et au-dedans pour s'assurer de la propreté et de l'état du métal et des rivures ;

4^o de n'accorder aucune confiance aux anti-incrustants préconisés par la réclame, surtout ceux dont la composition est tenue secrète. Le seul qu'on puisse recommander est le carbonate de soude, employé surtout avec l'appareil inventé par les frères Sulzer, à Winterthour ;

5^o d'éviter d'alimenter la chaudière avec de l'eau de condensation contenant de l'huile organique ou des matières grasses ; les huiles minérales même en certaines proportions présentent un danger ;

6° enfin, dans l'usage forcé des chaudières, il vaut mieux employer deux jumelles qu'une seule; non seulement on obtient une économie de charbon qui, au bout de trois ans, rembourse le prix de la seconde chaudière, mais elles se conserveront plus longtemps et leur solidité inspire plus de confiance.



APPLICATION DU PRINCIPE DE DUALITÉ

à l'étude des trièdres

PAR L. ISELY, PROFESSEUR

(Lu à la séance du 26 novembre 1891.)

Les travaux de Poncelet, de Gergonne, de Plücker et de Chasles ont doté la géométrie de modes de transformation remarquables, permettant de passer d'une figure à une autre et de déduire d'une propriété de la première la propriété correspondante de la seconde. La méthode des polaires réciproques est l'un des plus féconds de ces modes.

Rappelons succinctement l'esprit de cette méthode, dans le plan et dans l'espace.

Si l'on considère, dans le plan d'une conique, une figure composée de droites $a, b, c, \dots$ et de points $A, B, C, \dots$ et que l'on contruise d'une part les pôles $A', B', C', \dots$ des droites $a, b, c, \dots$ par rapport à cette conique; de l'autre, les polaires $a', b', c', \dots$ par rapport à la même courbe, des points $A, B, C, \dots$ la figure formée des points $A', B', C', \dots$ et des droites $a', b', c', \dots$ est la figure polaire de la proposée par rapport à la conique considérée, qui prend le nom de *directrice*.

Réciproquement, la première figure est la polaire de la seconde par rapport à la même directrice. C'est pourquoi les deux figures sont appelées *polaires réciproques*.

Dans ce mode de transformation, comme on le voit, les *points* d'une figure correspondent aux *droites* de l'autre, et *vice versa*.

La théorie des polaires réciproques permet de trouver un corrélatif à un théorème déjà connu, et, ainsi, de doubler l'étendue des connaissances acquises. Nous avons parlé ailleurs ¹ du théorème de Pascal sur l'hexagone inscrit dans une conique qui a pour corrélatif le théorème de Brianchon sur l'hexagone circonscrit.

Pour polariser les figures de l'espace, on prend pour directrice une quadrique : à chaque *point* de l'une des figures il correspond alors un *plan* dans l'autre ; à une *droite* de la première correspond une *droite* de la seconde, chacune de ces droites étant à la fois le lieu des pôles des plans passant par l'autre et l'intersection des plans polaires des points de l'autre.

Le principe de dualité, tel que l'ont conçu Gergonne et Plücker, résulte de la généralisation de la méthode des polaires réciproques.

Faisons, en effet, abstraction de la directrice. Nous pourrions alors, selon ce qui précède, diviser les figures en deux classes de figures corrélatives. Des propriétés des figures de la première, nous déduirions les propriétés correspondantes de celles de la seconde, en changeant simplement, dans l'énoncé des définitions et des théorèmes, le mot *point* en mot *droite*, le mot *droite* en mot *point*, s'il s'agit du plan ; le mot *point* en mot *plan*, le mot *plan* en mot *point*, s'il

¹ *Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel*, tome XII, pages 534 et 535. Année 1882.

s'agit de l'espace. Dans ce dernier cas, le mot *droite* reste invariable.

C'est dans ce simple changement de mots que consiste le *principe de dualité*.

Quelques exemples élémentaires à l'appui. Nous placerons, selon l'usage généralement admis, les propositions corrélatives en regard l'une de l'autre sur deux colonnes distinctes.

Dans le plan :

Deux <i>points</i> déterminent une <i>droite</i> . (Droite de jonction.)	Deux <i>droites</i> déterminent un <i>point</i> . (Point d'intersection.)
--	---

Dans l'espace :

Une <i>droite</i> et un <i>point</i> , pris hors de la droite, déterminent un <i>plan</i> .	Une <i>droite</i> et un <i>plan</i> , ne passant pas par la droite, déterminent un <i>point</i> .
---	---

Trois <i>points</i> , non en ligne droite, déterminent un <i>plan</i> .	Trois <i>plans</i> , ne passant pas par une droite, déterminent un <i>point</i> .
---	---

La <i>sécante commune</i> à deux <i>droites</i> , menée par un <i>point</i> , est la <i>droite</i> d'intersection des <i>plans</i> , que ces <i>droites</i> et le <i>point</i> déterminent.	La <i>sécante commune</i> à deux <i>droites</i> , située dans un <i>plan</i> , est la <i>droite</i> de jonction des <i>points</i> , que ces <i>droites</i> et le <i>plan</i> déterminent.
---	---

Ce principe, dont les géomètres contemporains font un usage constant dans leurs recherches transcendantes, pourrait, selon nous, rendre de nombreux et d'importants services dans le domaine de la géométrie élémentaire. En établissant une corrélation nettement définie entre les figures planes et les figu-

res dans l'espace, il contribuerait à combler le fossé qui sépare, de nos jours encore, les deux parties de cette science. Nous avons montré, dans une communication antérieure¹, comment, grâce à la notion de l'infini, les triangles sphériques et les triangles rectilignes ne forment qu'une seule espèce de figures, et comment on peut passer des formules relatives aux uns à celles concernant les autres. Le principe de dualité, ajouté à cette notion de l'infini, rendrait encore plus intimes les liens qui unissent les deux sortes de formes géométriques. Il servirait, pour ainsi dire, de trait d'union entre les angles polyèdres et les polygones en général, entre les trièdres et les triangles en particulier.

Considérons, en effet, un certain nombre de points, situés dans le même plan. A ces points correspondent, par le principe de dualité, des plans en nombre égal et passant par le même point.

Les polygones plans et les angles solides sont donc des formes corrélatives : au plan des uns correspond le sommet des autres ; aux sommets correspondent les plans des faces ; aux côtés, les arêtes.

Le triangle a pour figure corrélative le trièdre. D'une part, trois points, situés dans un plan ; de l'autre, trois plans, passant par un point. Aux trois côtés, qui joignent ces points, s'opposent les trois droites, suivant lesquelles ces plans se coupent, soit les arêtes de l'angle trièdre.

Cette corrélation explique un fait qui frappe les élèves, lorsqu'ils étudient les propriétés des trièdres :

¹ *Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel*, tome XIII, pages 230-241. Année 1883.

la grande analogie qui existe entre les propositions qui s'y rapportent et celles qui s'appliquent aux triangles.

Bornons-nous à en rappeler quelques-unes :

Lorsqu'un triangle a 2 côtés égaux (triangle isoscèle), les angles opposés à ces côtés sont égaux, et réciproquement.

Dans un triangle, au plus grand côté est opposé le plus grand angle, et réciproquement.

Si les trois côtés d'un triangle sont égaux (triangle équilatéral), les trois angles sont aussi égaux (triangle équiangle), et réciproquement.

2 triangles sont égaux lorsqu'ils ont les trois côtés égaux chacun à chacun.

2 triangles sont égaux lorsqu'ils ont un angle égal compris entre deux côtés égaux chacun à chacun.

2 triangles sont égaux lorsqu'ils ont un côté égal adjacent à deux angles égaux chacun à chacun.

Lorsque deux dièdres d'un trièdre sont égaux, les faces opposées à ces dièdres sont égales, et réciproquement.

Dans un trièdre, au plus grand dièdre est opposée la plus grande face, et réciproquement.

Si les trois dièdres d'un trièdre sont égaux, les trois faces sont aussi égales, et réciproquement.

2 trièdres sont égaux (ou symétriques) lorsqu'ils ont leurs dièdres égaux chacun à chacun.

2 trièdres sont égaux (ou symétriques) lorsqu'ils ont une face égale adjacente à deux dièdres égaux chacun à chacun.

2 trièdres sont égaux (ou symétriques) lorsqu'ils ont un dièdre égal compris entre deux faces égales chacune à chacune.

etc.

Il nous a paru naturel, dans la comparaison que nous venons de faire, de regarder comme éléments corrélatifs les côtés du triangle et les angles dièdres du trièdre. Les premiers, en effet, mesurent les distances des sommets de la figure plane ; les seconds, les espaces compris entre les faces correspondantes du trièdre. Du reste, on sait que « s'il existe, entre les distances des points d'une figure plane quelconque, une relation métrique projective, la même relation aura lieu aussi entre les sinus des angles dièdres formés par les plans polaires respectifs de ces points, plans qui convergent en un même point, et réciproquement ¹. »

Le principe de dualité établit donc un lien remarquable entre le plan et l'espace. Les angles solides, envisagés par les anciens comme des formes spéciales et distinctes, deviennent dans la géométrie contemporaine les figures corrélatives des polygones plans, et l'étude des uns se rattache à celle des autres. Ainsi tombe en grande partie la distinction que l'on se plaisait à faire entre la géométrie plane et la géométrie dans l'espace ; les méthodes se généralisent et les démonstrations se simplifient. Les mathématiques ne peuvent qu'y gagner, car, comme le disait Poincaré, « il n'y a qu'une manière d'avancer les sciences, c'est de les simplifier, ou d'y ajouter quelque chose de nouveau. »

¹ Poncelet, *Traité des propriétés projectives des figures*. Tome II, pages 112 et 113.

Contributions à l'étude du terrain erratique

DANS LE JURA

PAR A. JACCARD, PROFESSEUR

(Notice lue dans la séance du 18 mars 1892)

I

Les phénomènes glaciaires.

Dans la séance du 24 février 1881, j'avais l'honneur de présenter à notre Société diverses cartes du terrain erratique dans le Jura, dressées d'après le procédé employé par MM. Falsan et Chantre dans leur *Monographie sur les anciens glaciers du Rhône*. J'accompagnai cette communication de quelques détails sur les circonstances qui m'avaient engagé à entreprendre ce travail. Je signalais, d'une part, l'*Appel aux Suisses pour la conservation des blocs erratiques*, de l'autre, le succès avec lequel nos confrères français avaient réalisé le but proposé.

J'insistais en particulier sur la nécessité d'établir, non seulement le catalogue ou la carte des blocs erratiques, mais aussi la *statistique* de tous les faits, de tous les indices de dépôts erratiques, stries et polis glaciaires, pouvant contribuer à permettre de faire un jour l'histoire de la période glaciaire dans notre Jura.

Je témoignais enfin le désir que la Société voulût bien s'intéresser à l'entreprise que je m'étais propo-

sée et qu'elle admit dans ses publications l'une des cartes au moins que je venais de lui présenter.

Après une discussion à laquelle prirent part plusieurs de nos collègues, la Société émit un vote favorable au vœu que je venais d'exprimer.

Je n'entrerais pas ici dans l'exposé des circonstances qui s'opposèrent à la réalisation de mon projet. Il me suffira de dire qu'ayant communiqué à M. A. Favre tous les documents, cartes, notes et échantillons dont je disposais, je m'attendais à ce que ces matériaux fussent utilisés dans le grand travail qu'il s'était proposé de publier.

Grandes furent ma surprise et ma déception, lorsque je constatai que la *Carte du phénomène erratique*, publiée en 1884, ne répondait nullement à ce que j'avais attendu, et qu'en particulier son complément naturel, le texte explicatif, faisait défaut. En ce qui concerne le Jura, bien loin d'apporter la lumière, cette carte amène la confusion sur les faits les plus importants, à mesure que les signes affectés aux blocs erratiques et aux moraines n'établissent aucune distinction quant à l'âge du dépôt. Pour comble, le système figuratif employé, des teintes plates, engage l'auteur à tracer une limite arbitraire entre le glacier du Rhône et ce qu'il appelle les glaciers et névés du Jura.

Le temps dont je disposais à cette époque ne me permit point, comme je l'aurais désiré, de mettre à exécution le projet formé en 1881 ; mais désireux de maintenir l'attention de mes concitoyens sur ce sujet si important pour l'histoire naturelle de notre pays, je publiai, dans le Bulletin de la Société vaudoise des

sciences naturelles un *Essai sur les phénomènes erratiques en Suisse*, avec une carte à petite échelle.

J'avais surtout à cœur de faire ressortir l'existence des *glaciers propres au Jura* et de réagir contre les idées si longtemps en faveur, de cataclysmes, d'invasion soudaine des glaciers alpins, de faire ressortir, en un mot, les diverses phases du phénomène erratique.

Peu de temps auparavant, notre collègue, M. Maurice de Tribolet, avait communiqué à notre Société quelques considérations sur la copie de la carte manuscrite dressée par Arnold Guyot vers 1845, sous le nom de *Carte des bassins erratiques en Suisse*, mais je n'en avais pas connaissance lorsque je fis ma communication à la Société vaudoise. Je fus d'autant plus heureux de la chose, que j'apprenais en même temps que notre illustre concitoyen avait, le premier, songé au procédé graphique de représentation du phénomène erratique ¹, le seul vraiment pratique, à mon point de vue.

Plusieurs années devaient s'écouler encore, avant qu'il fût de nouveau question du terrain erratique et des phénomènes glaciaires. Il était réservé à notre jeune et zélé collègue, M. Léon Du Pasquier, de rappeler l'attention sur ce sujet par ses travaux sur les *Alluvions glaciaires du nord de la Suisse*, et sur la *périodicité des phénomènes glaciaires post-miocènes*, etc., qui lui ont valu la confiance de la Commission de la carte géologique de la Suisse.

¹ Au reste, MM. Falsan et Chantre avaient été précédés eux-mêmes dans l'application de ce procédé par E. Benoit dans la carte qui accompagne sa *Note sur une expansion des glaciers dans le Jura central*, etc. (Bull. Soc. géol. de France, 1876). On peut se demander si Benoit, qui écrivait déjà en 1853 sur les glaciers du Jura, n'aurait point eu connaissance de la carte de Guyot ?

On sait en effet que celle-ci lui a remis le soin de continuer l'œuvre d'Alphonse Favre, c'est-à-dire le texte explicatif de la carte publiée en 1884. Désireux de faciliter sa tâche, je me suis empressé de mettre à sa disposition les échantillons de roches erratiques, cartes et notes recueillies depuis une trentaine d'années, lui laissant le soin de les mettre en œuvre et d'en tirer le parti qui lui conviendrait. Toutefois, il régnait dans ces documents une grande confusion, résultant du fait que je n'avais pu, faute de temps, établir une coordination suffisante, ni surtout faire ressortir les conclusions auxquelles j'étais arrivé, et, d'accord avec notre collègue, j'entrepris le travail de révision que j'ai l'avantage de présenter aujourd'hui à notre Société.

Sans m'arrêter ici à parler des causes auxquelles sont dues l'apparition des phénomènes glaciaires, je dirai que l'on paraît être d'accord aujourd'hui pour envisager que le transport des blocs erratiques s'est effectué pendant un temps très long et comporte en réalité plusieurs phases ou époques successives. Il ne s'est point manifesté d'une façon brusque et soudaine, mais par une transformation graduelle des conditions climatiques de notre pays.

On peut, en effet, se représenter qu'au début de la période glaciaire les Alpes avaient présenté un aspect assez semblable à celui des glaciers actuels, c'est-à-dire des neiges éternelles, des névés et des glaciers occupant le fond des vallées élevées, avec leurs alternatives d'avancement et de retrait annuels ou périodiques. Il ne s'agit, cela va sans dire, pas encore de la période glaciaire, mais de la phase initiale du phénomène qui, par la suite, devait acquérir des proportions si grandioses.

A ce moment il n'y avait dans le Jura, dans les Vosges ou la Forêt-Noire, ni neiges éternelles, ni glaciers, mais les mêmes causes agissant sans cesse, il arriva que, dans le Valais, par exemple, les glaciers isolés des vallées latérales se réunirent dans la vallée du Rhône et, franchissant le défilé de Saint-Maurice, s'avancèrent dans la plaine suisse.

Que se passait-il alors dans le Jura ? Evidemment quelque chose d'analogue à ce qui avait eu lieu dans les Alpes, l'apparition de neiges permanentes, de névés, que la chaleur de l'été ne suffisait pas à faire disparaître.

De là à l'apparition de glaciers locaux, minuscules, si l'on veut, il n'y avait qu'un pas à franchir, et tout nous montre qu'il en a été ainsi. Le Jura a eu ses glaciers propres, avant que la grande mer des glaciers du Rhône eût atteint ses flancs. Ces glaciers ont laissé leurs traces par des moraines formées de matériaux jurassiens, et, parmi elles, il en est encore qui n'ont pas été remaniées ni déplacées, parce qu'elles sont restées en dehors de la surface atteinte par le glacier du Rhône. Ces moraines, nous les retrouvons, ou nous devons les retrouver dans les vallées de la Valserine, de l'Ain, de la Loue, du Lison, du Des-soubre, etc. Quant à celles des vallées de Vaulion, de l'Orbe, de la Reuse, du Seyon, de la Suze, etc., elles furent remaniées, détruites, et leurs matériaux confondus avec la masse de ceux que transportait le grand glacier du Rhône.

C'est à cette première grande phase du transport des matériaux alpins par les glaciers que, d'accord avec MM. Falsan et Chantre, nous donnons le nom de *phase initiale* ou de développement et d'extension.

Dans les limites où il m'a été possible de les étudier, les matériaux glaciaires d'origine alpine sont peu abondants, peu volumineux, et, par conséquent, ils ont rarement fixé l'attention. Ce n'est guère que depuis une trentaine d'années qu'on les a signalés dans le Jura français. Dans les hautes vallées de notre canton ils deviennent plus fréquents, plus volumineux, ce sont de véritables *blocs erratiques*. Deluc les avait signalés dans la vallée de la Sagne, sous le nom de *grisons*; Nicolet sous celui de *blocs sporadiques*. Il ne paraît pas que jusqu'ici on ait signalé parmi ces matériaux la protogine du Mont-Blanc, qui constitue la majeure partie des amas de gros blocs envisagés comme formant la moraine frontale du grand glacier du Rhône au flanc du Jura.

Ces roches alpines dispersées, que Guyot appelait les *avant-coureurs* du glacier, consistent pour la plupart en gneiss chlorités, chlorites granuleuses, quartzites; elles proviennent des parties supérieures de la vallée de Bagnes. Elles constituent les *témoins* authentiques de la plus grande extension du glacier du Rhône et de ce qu'on peut appeler la *phase maximale* de la période glaciaire.

Cette phase comprendrait donc le temps pendant lequel le glacier du Rhône a commencé à rétrograder et à abandonner les vallées du Haut-Jura, en laissant comme témoins de son extension les blocs sporadiques mélangés aux matériaux jurassiens. On peut considérer ce retrait comme s'étant opéré d'une façon graduelle et régulière, sans alternatives de station prolongée nécessaire pour la formation de véritables moraines frontales, comme celles que nous aurons à

signaler pendant la phase terminale ou de retrait définitif.

Mais, de ce que nous n'observons pas de moraine frontale de cette phase, il ne s'ensuit pas que le phénomène ne se soit point manifesté. Au contraire, et c'est sur ce point que je dois fixer votre attention.

Les glaciers propres au Jura n'ont pas tous été détruits par le glacier du Rhône; nous avons vu que, dans la plus grande partie du Jura français ils avaient échappé à cette destruction et semblent avoir ainsi leur histoire propre. C'est d'ailleurs ce que E. Benoît, ainsi que MM. Falsan et Chantre, ont établi dans leurs belles publications.

Dans notre pays, il n'en a pas été de même, et le phénomène glaciaire n'a pas cessé entièrement de se manifester avec le retrait du glacier du Rhône. De petits glaciers, comparables à certains glaciers secondaires actuels des Alpes, ont continué d'exister, se sont maintenus, ou ont fait leur apparition dans certaines régions de nos vallées, de nos cirques ou de nos combes jurassiennes. Ils ont donné lieu à la formation de moraines minuscules, mais cependant bien caractérisées, facilement reconnaissables. C'est à signaler leurs traces que j'ai consacré la plus grande attention et, comme on le verra par la seconde partie de ce travail, ce sont eux qui constituent une bonne part de mes observations dans le Jura. Il me paraissait d'autant plus important de m'y arrêter que, dans notre canton, en ce qui concerne ce côté de notre sujet, nous avons peu de choses à attendre de la nouvelle campagne entreprise en vue de dresser la carte des blocs erratiques.

J'arrive maintenant à la *phase terminale* du grand

glacier du Rhône, c'est-à-dire au temps pendant lequel s'est opérée sa retraite définitive, après le dépôt de la grande *moraine frontale* du Jura, caractérisée par les amas de gros blocs de protogine.

Tout porte à croire que cette phase a débuté par un stationnement prolongé du glacier dans les limites où nous observons cette moraine. Ce n'est en effet que dans ces conditions que peuvent se produire les accumulations un peu considérables, soit de gros blocs, soit de matériaux de moindre volume.

Il est non moins certain que l'orographie, la configuration du sol, exercent la plus grande influence sur la disposition et l'importance de ces dépôts. A ce point de vue, on peut même se demander si cette expression de *moraine frontale du glacier du Rhône* est exacte et s'il n'y aurait pas lieu de distinguer des moraines régionales ou locales, ainsi que le faisaient déjà de Charpentier et les anciens glaciéristes, qui signalaient au moins deux genres de gros bloc, à hauteur différente, au flanc du Jura.

Comme on le voit, il y a encore beaucoup à faire pour arriver à une connaissance un peu satisfaisante de l'histoire de l'un des phénomènes les plus grandioses de l'histoire géologique de notre pays. Il ne suffit pas seulement d'établir un catalogue des blocs erratiques, de prendre les mesures propres à assurer leur conservation dans certaines régions ; il faut que ce travail s'applique à toute la surface du pays, dans le Jura comme dans la plaine, sur le territoire suisse comme sur le territoire français. Voilà pourquoi j'ai cru devoir communiquer à la Société ces quelques considérations sur les phénomènes glaciaires en manière d'introduction à un *Catalogue des dépôts et des*

blocs erratiques, des roches polies et striées, qui accusent l'action des phénomènes glaciaires dans notre pays.

II

Les dépôts et les blocs erratiques.

Vallée du Doubs (de Morteau à Biaufond).

1. *Sur la Seigne, au sud de Morteau.* Graviers diluviens stratifiés et conglomérés, matériaux tous jurassiens.

2. *Fonderie Bournez*, à l'est de Morteau. Dépôt de bois fossile, diluvien, de même nature que celui du Grand-Denis, au nord-ouest de Morteau, exploité autrefois pour une verrerie.

3. *La Motte* ou *Combe d'Abondance*, à l'ouest de Morteau. Petites moraines jurassiques, tourbières, etc.

4. *Les Brenets.* La gare a été creusée dans le glaciaire avec quelques galets alpins.

5. *Le Pissoux.* Blocs disséminés de quartzites, schistes amphiboliques, ne dépassant pas un demi-mètre cube.

6. *Les Plaines*, sous les Planchettes. Schistes alpins dispersés dans les champs.

7. *Narbiez, le Bélieu.* Blocs de quartzites et schistes dispersés.

8. *Corps de Garde*, route de la Chaux-de-Fonds à Biaufond. Blocs de gneiss d'Arolla et autres, de deux à trois mètres cubes, dans le glaciaire jurassique.

9. *Les Gaillots*, rive gauche du Doubs. Gneiss d'Arolla, idem.

Vallée du Locle.

10. *Sur les Monts*, au nord du Locle. Dépôt glaciaire formant une bande allongée, de 2 à 3 kilomètres de longueur, quartzites nombreux, etc.

11. *Les Mâles-pierres*. Roche moutonnée, mais les stries et sillons ont disparu.

12. *Les Combes*. Moraines d'un petit glacier avec galets alpins et blocs de calcaire jurassique.

13. *Le Communal*. Limon argileux, recouvrant tout le plateau, avec quartzites abondants, blocs de schistes amphiboliques dans les murs du pâturage.

14. *Au Bouclon*. Gravière ouverte dans le diluvien ou glaciaire remanié, nombreux quartzites.

15. *Haut du chemin Blanc*. Bloc de protogine, à gros cristaux de feldspath, peu ou pas d'amphibole. Il a été transporté près du collège.

16. *Entre-deux-Monts*. On a signalé la découverte de blocs alpins d'un demi-mètre cube, rencontrés dans un drainage.

17. *Les Eplatures*. Le fond de la vallée est occupé par un dépôt quaternaire plus ou moins analogue à celui du Communal (n° 13).

Chaux-de-Fonds et ses environs

18. *Combettes*, au nord de la Chaux-de-Fonds, Dépression remplie par un limon argileux exploité autrefois pour une tuilerie. On y a découvert une défense de mammoth. (Voir Nicolet, *Mémoires Soc. neuch.*, II, p. 22.)

19. *La Loge, Cornu*. Dans tous les pâturages de cette région, on trouve des blocs de roches alpines, surtout gneiss et schistes amphiboliques, atteignant jusqu'à un mètre cube.

20. *Les Moulins de la Ronde, Cimetière*, etc. Dans toute cette région, les couches tertiaires disparaissent sous un dépôt de matériaux erratiques.

Brévine, Chaux-du-Milieu, Cerneux-Péquignot.

21. *Chincul, fond de la vallée*. Remplissage de matériaux erratiques.

22. *Les Taillières*. La colline au nord du lac doit être une moraine comme aux Bayards.

23. *Les Varodes*. Glaciaire, matériaux jurassiques formant la partie supérieure de la colline.

24. *Bas-du-Cotard*. Tranchées dans l'erratique jurassique adossé à la montagne.

25. *Maix-Rochat*. Schiste amphibolique de 0,5 m. cube, près de la ferme. Limon argileux, développé dans les dépressions du sol.

26. *Cerneux-Péquignot, le Gigot*. Petites collines morainiques de glaciaire jurassique.

27. *Les Sarrazins*. Moraine jurassique au-dessus du village. Quartzites de 30 à 100 décimètres cubes.

28. *Chaux-du-Milieu*. Erratique disséminé sur toute la surface. Au Crozot, un creusage a mis au jour de nombreux quartzites et schistes amphiboliques.

29. *Bétod, les Etages*. Roches moutonnées, lapiaz, absence de matériaux erratiques (?).

30. *Combe-Jeanneret*. Dans un mur, blocs alpins, nombreux schistes rouges, verts, etc.

Vallée des Ponts et de la Sagne.

31. *Crêt-Pellaton*. Nombreux quartzites dans les prés, argile ferrugineuse dans les dépressions.

32. *Martel-Dernier*. Au débouché du ruz de Combe-Dernier, petite moraine jurassique avec galets de quartzite.

33. *Bas-des-Ruz*. Dépôt glaciaire traversé par une galerie de recherche d'eau. Gros blocs calcaires arrondis, dans la boue glaciaire.

34. *La Joux*. Roches alpines variées dans les murs et pâturages. Dalle de gneiss de 350 décimètres cubes.

35. *Brot-Dessus*. Creusage de fondations dans un dépôt glaciaire, blocs calcaires polis et striés, blocs alpins rares.

36. *Jogne*. Blocs alpins de un à deux mètres cubes.

37. *Crêt de la Sagne*. Roches moutonnées, lapiaz, galets d'euphotide (?).

38. *Miéville*. Nombreux quartzites assez volumineux dans les murs.

39. *Corbatière*. Bloc de gneiss amphibolique dans les champs, visible d'assez loin, hauteur 3 mètres, longueur 4^m,50, largeur 2^m,50.

40. *Boinod*. Fond de la vallée occupée par le glaciaire.

Convers, Val-de-Saint-Imier.

41. *Mont-d'Amin*. Blocs alpins, signalés par M. H.-L. Otz, ingénieur.

42. *Convers-Renan*. Blocs alpins et dépôts glaciaires dispersés.

43. *Saint-Imier*. Belle moraine d'un petit glacier jurassien entourant un marais tourbeux, au-devant du cirque de Champ-Meusel.

44. *Les Pontins*. Glaciaire remplissant les dépressions de toute cette région.

45. *Val-de-Saint-Imier*. « Les blocs erratiques ne sont pas rares dans le Val-de-Saint-Imier. » Ainsi s'exprime Greppin dans ses *Etudes géologiques*, mais il n'indique pas de localités.

Val-de-Ruz, versant nord.

51. *Tablettes de la Tourne*. Sur le sentier, quartzites, etc., bloc de gneiss de 1 mètre cube.

52. *Rochefort*. Au nord du village, gros blocs de protogine, déclarés inviolables par la Commune en 1870.

53. *Les Grattes*. Trois blocs de protogine, de 6 à 8 mètres cubes, sur une surface de calcaire jurassique très inclinée, aussi déclarés inviolables. Un grand nombre d'autres blocs ont été exploités.

54. *La Cernia*, au nord de Rochefort. Glaciaire alpin très développé. Blocs de protogine, en partie exploités.

55. *Coffrane*. Grands dépôts de graviers jurassiens exploités; quelques galets de roches alpines.

56. *Geneveys-sur-Coffrane*. La ligne traverse en tranchée une moraine de matériaux absolument jurassiques, avec blocs encaissés dans le limon calcaire.

57. *Hauts-Geneveys*. Entre la gare et le village, un très gros bloc de protogine a été exploité.

58. *Hauts-Geneveys*. Au nord du village, dépôt glaciaire, petite moraine formant un étang. Un puits de recherche d'eau a traversé 10 mètres de béton glaciaire jurassique.

59. *Les Loges*. Blocs alpins jusqu'à la Vue-des-Alpes, mais ils deviennent rares.

60. *Saint-Martin*. Au nord du village, gros blocs de protogine.

Val-de-Ruz, versant sud.

61. *Montmollin*. Roches moutonnées, polies et striées.

62. *Valangin*. Glaciaire argileux, très fin, stratifié, analogue à celui du Champ-du-Moulin. Blocs remarquables sur le chemin de Fontaines.

63. *La Borcarderie*. Tranchées de la route dans le glaciaire alpin à cailloux noirs.

64. *Fenin, Villars*, etc. Glaciaire jurassique très développé à la lisière de la forêt, découvert par les tranchées de recherches d'eau.

65. *Fontaines, Engollon*, etc. Le centre du Val-de-Ruz est occupé par le glaciaire, dont la partie supérieure, détritique, est imperméable et nécessiterait un drainage général.

66. *Savagnier*. Une véritable moraine jurassique, avec gros blocs calcaires, se montre à la lisière de la forêt.

67. *Sous le Mont, Dombresson*. Les recherches d'eau, par tranchées profondes, ont fait reconnaître le glaciaire alpin, très puissant dans toute cette région.

68. *Les Planches*. Au nord de Dombresson, vaste zone de blocs erratiques, protogine, etc.

69. *Clémesin*. Bloc de gneiss gris, de 6 mètres de longueur et 3 de largeur, hauteur visible 1^m,50. (Voir Greppin, *Etudes géol.*, p. 244.)

70. *Chuffort*. Grand dépôt erratique alpin. Beau bloc de protogine vers les Rosières.

Vallée du Doubs, Pontarlier, etc.

71. *Pontarlier*. Grands dépôts de glaciaire jurassique sous la ville, surmontés par des graviers quaternaires. Peu ou pas de roches alpines.

72. *Entreportés*. Blocs de gneiss amphibolique anguleux ; autres roches alpines.

73. *Houtaud, Dommartin*. Diluvien jurassique puissant sur les carrières, avec nombreux quartzites.

74. *Bugny, Prés-de-Verre*. Bloc de grès blanc, quartzites ?, schistes alpins (gneiss ?).

75. *La Chaux, Gilley*. Encore des blocs alpins, comme à Bugny.

76. *La Grangette*, sud de Pontarlier. Moraine jurassique bien caractérisée, avec quelques galets alpins.

77. *Le Larmont*. Quartzites au voisinage de la ferme.

78. *Les Miroirs*. Gneiss de la Dent-Blanche à 1240 mètres. (Détermination de M. A. Favre.)

79. *Monpetoz*. Quartzites et glaciaire jurassique.

Verrières, Bayards, Saint-Sulpice.

80. *La Malcombe*, sud des Verrières. Superbe moraine jurassique en miniature (200 à 300 mètres de diamètre), avec marais tourbeux au centre.

81. *Les Bayards*. Grande moraine de matériaux jurassiques formant plusieurs collines, couronnées par des blocs calcaires jurassiques.

82. *Champs-Berthoud, Haut-de-la-Tour*. Gros blocs de protogine, gneiss chlorité de Bagnes au-dessus du défilé de la Chaîne.

83. *Saint-Sulpice*. Au-dessus de la papeterie, ancienne route, puissante moraine alpine. Les gros blocs ont disparu (probablement exploités). Au fond de la vallée, près de la fabrique de ciment, bloc de 350 décimètres cubes, écolite du Valais.

84. *Buttes*. Blocs alpins, sur le chemin de la Montagne de Buttes; protogine, gneiss, etc.

85. *Prise-Maurice, Sassel*. Glaciaire alpin, matériaux la plupart jurassiques.

86. *Fleurier*. Au sud du village, glaciaire jurassique, avec graviers superposés, exploités en carrières.

87. *Prise-Sèche*, au nord de Boveresse. Blocs de protogine peu volumineux et peu nombreux.

Val-de-Travers.

88. *Couvet*. Village sur le cône de déjection torrentiel du Sucre. Le torrent traverse la moraine jurassique.

89. *Ravin du Sucre*, au nord de Couvet. Blocs de protogine en exploitation.

90. *Travers*. Tranchée du régional dans le glaciaire jurassique.

91. *Prise-Meuron, les Lacherelles*. Lambeaux de glaciaire jurassique avec gros blocs calcaires à la surface.

92. *Vers-chez-Joly*. Grande accumulation de gros blocs de protogine exploités depuis une quarantaine d'années ; il ne reste que les petits.

93. *Furcil*, rive droite de la Reuse. Puissante moraine alpine ravinée par la rivière.

94. *Brot-Dessous*, rive gauche de la Reuse. Puissants dépôts de conglomérat post-glaciaires.

95. *Tunnel de la Verrière, Champ-du-Moulin*. Selon toute apparence, moraine d'un glacier jurassien. Gros blocs calcaires anguleux dans la masse.

96. *Prépunel*, route de Neuchâtel. Tranchées dans le glaciaire jurassique.

Nota. Il ne m'a pas été possible de mettre au net mes notes sur le glaciaire des environs de Boudry, Bôle, Corcelles, Neuchâtel, Saint-Blaise. Au reste, il s'agit ici de dépôts et de blocs du glacier du Rhône, plutôt que de dépôts de glaciers jurassiens.

Jougne, les Hôpitaux, les Fourgs.

97. *La Ferrière-sous-Jougne*. Grande moraine jurassique. Derniers blocs alpins du glacier du Rhône.

98. *Col de Jougne*, les Hôpitaux, 1050 mètres, quartzites et gneiss en galets. (Voir Benoit : *Anciens glaciers du Jura*.)

99. *Les Fourgs*. Nombreux petits blocs et cailloux, épars dans le village (Benoit).

Sainte-Croix.

100. *Granges-Jaccard*. Plusieurs blocs alpins, de 1 à 5 mètres cubes, dont un de poudingue de Vallorsine.

101. *Le Crêt*. Colline élevée, de 20 à 30 mètres, moraine jurassique.

102. *Le Collas*. Grande moraine alpine semblable à celle de Noiraigue. Blocs alpins de toute espèce, cailloux polis et striés, etc.

103. *Vers-chez-Jaccard*. En enlevant le gazon, on voit les surfaces calcaires, couvertes des plus beaux polis et stries dont la direction indique le chemin du glacier. (Voir Tribolet et Campiche, p. 27.)

104. *La Gitaz-Dessus*. Bloc d'arkésine de deux mètres cubes et petits blocs de nature variée.

105. *Mont-de-Beaulmes-Dessous*. Nombreux blocs de protogine et autres roches.

106. *Prayel, Mont-Felou*. Grands amas de gros blocs, de plus de 37 mètres cubes.

107. *Ravin de la Baumine*. Lit du ruisseau rempli de blocs de toute nature, protogine, gneiss, serpentine, etc.

Vallorbes, Ballaigues.

108. *Poimbœuf*. Zone de gros blocs, au revers de la montagne; glacière jurassique avec graviers superposés dans les tranchées de la voie ferrée.

109. *Ballaigues*. Zone de gros blocs au nord du village. Un grand nombre ont été exploités.

110. *Beaulmes*. Pâturage de la Cotelette. Bloc de 15 mètres de long, 10 de large et 10 de hauteur, altitude 1257 mètres. (Voir Bull. Soc. vaudoise 1885, p. 389.)

111. *Lignerolles*. Glacière alpin dans les tranchées de la nouvelle route; blocs alpins et jurassiques mélangés.

112. *Grange-Devant, la Thiole*. Gros blocs abondants.

Bullet, Provence, Saint-Aubin.

113. *Les Rasses, Bullet*. Ancienne moraine frontale du glacier du Rhône, étudiée par M. Renevier et décrite dans le Bull. Soc. vaudoise 1879, p. 21.

114. *Mont-Cochet*. Au nord de Bullet, on trouve sur le flanc de la montagne des blocs sporadiques, dans les mêmes conditions qu'au Larmont, 77, 78.

115. *Le Carteron*. Magnifique champ de gros blocs de protogine, suite de la moraine de Bullet.

116. *Provence*, sur le glacière, avec boue bleue et gros blocs très abondants à la lisière de la forêt. Les plus volumineux ont été exploités.

117. *La Crochère*. Dépôt glaciaire sur un palier très incliné; gros blocs de protogine.

Nota. Toute cette région devrait être étudiée spécialement, comme M. Renevier l'a fait pour les Rasses.

118. *Concise*. Grand développement du glacière alpin sous le village.

Vallée de Mouthe, Rochejean.

119. *Les Longevilles*. Erratique jurassique puissant, surmonté par les graviers stratifiés.

120. *Mouthe*. La ville est située sur un dépôt erratique jurassique.

121. *La Chaux-Neuve*. Même développement de l'erratique jurassique.

122. *Combes-des-Cives*. Toujours l'erratique jurassique couvrant l'oxfordien jusqu'à Bellefontaine.

123. *Morbier, Morez*. Puissantes accumulations de glacière jurassique et de graviers stratifiés.

Vallée de Joux.

124. *L'Abbaye*. Magnifique moraine jurassique dans le ravin de la Lionne. Galets et blocs striés et polis.

125. *Le Pont, Mont-du-Lac*. Limon glaciaire blanc, avec blocs et galets calcaires dans toute cette région, surfaces calcaires moutonnées et striées.

126. *L'Orient-de-l'Orbe, Le Sentier*. Toujours les dépôts de glaciaire jurassique.

127. *Le Lieu*. Grande moraine jurassique, entourant le village. Urgonien moutonné, recouvert par le limon calcaire.

128. *Les Bioux*. Des dépôts de lignite (?), bois fossile, paraissent exister dans cette région.

Pied du Jura, de Montricher à La Sarraz.

129. *Montricher*. Château sur la moraine, visible à la source de la Malagne.

130. *Mont-la-Ville*. Glaciaire alpin très puissant; il remonte jusqu'à la Saboterie. *Pierre-à-la-Cible*, bloc de granit à 1035 mètres d'altitude, longueur 12 mètres, largeur 5 mètres, hauteur 9 mètres, dont 5 mètres au-dessus du sol. (Voir Bull. Soc. vaud. 1885, p. 390.)

131. Tout le plateau de *Pampigny, Gollion, Cossonay*, est constitué par un puissant dépôt de glaciaire alpin, mais les blocs erratiques sont rares, ayant probablement été exploités.

132. *Premier*. Au nord du village, dans la forêt, gros blocs alpins et dépôt glaciaire très puissant jusqu'à Nidau, route de Vaulion.

133. *Romainmotier*. Argile glaciaire bleue, à cailloux noirs, exploités autrefois par la briqueterie de Lerber.

134. *La Sarraz*. Chemin de la papeterie, magnifiques polis et stries glaciaires.

Gimel, Aubonne, etc.

135. *Saint-Georges*. Village sur un puissant dépôt glaciaire jurassique, sans blocs alpins.

136. *Prieuré, sous Saint-Georges*. Glaciaire alpin et jurassique, passant aux graviers à la partie supérieure et exploités autour de Gimel.

137. *Aubonne*. Grande abondance de gros blocs de protogine, euphotides, serpentines, grès rouge d'Anzeindaz, poudingues de Vallorsine. Calcaires noirs de Saint-Triphon, etc., etc.

138. *Chigny, Lavigny*. Glaciaire alpin très puissant. Les graviers et sables se superposent au glaciaire pur.

139. *Mont*. Sur la route, bancs de conglomérat quaternaire très réguliers et très durs, plongeant au nord-ouest.

140. *Gilly, Burtigny*. Sables et graviers diluviens cimentés et agglutinés, simulant la molasse.

141. *Bremblens, Morges*. Route sur de puissants dépôts glaciaires.

142. *Vallon-de-Plan*. Bloc d'euphotide (saussurite), de 20 mètres cubes environ.

143. *Montherod*. Grand amphithéâtre de terrain glaciaire. Les gros blocs détachés des pentes jonchent le lit du Toleure et celui de l'Aubonne. Au-dessous, apparaissent des conglomérats, des grès, sables, matériaux alpins, tandis que les graviers du plateau sont en grande partie jurassiens.

144. *Morges*. A Calèves, beaux blocs d'éclogite et d'euphotide, d'un demi à 1 mètre cube.

Plateau d'Echallens.

145. *Corcelles, Ropraz* (Jorat). Blocs alpins très rares ; seulement poudingues de Vallorsine. (Exploités très activement en 1866.)

146. *Thierrens, Moudon*. Partout les poudingues de Vallorsine, presque exclusivement.

147. *Mollondins-Niedens*. Argile glaciaire à cailloux polis et striés. Magnifique bloc, avec cristaux de quartz hyalin.

148. *Bioley-Magnoux*. Colline de graviers diluviens exploités.

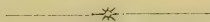
149. *Donneloye*. Grand dépôt de graviers exploités dans le village. Dans le ravin, glaciaire avec blocs alpins nombreux : poudingues de Vallorsine, gneiss, etc. Absence de protogine.

Nota. En 1891, tous les blocs ont disparu, même les petits qui sont exploités pour l'empierrement des routes. Il n'y a donc pas seulement exploitation des gros blocs comme dans le Jura.

150. *Cuarny*. Village sur le glaciaire argileux à cailloux noirs, serpentine, etc.

151. *Yverdon-Clendy*. Grande quantité de blocs de toute espèce, découverts par l'abaissement du lac.

NOTA. — Des difficultés matérielles ayant empêché la publication de la carte, celle-ci paraîtra avec le prochain volume.



CHARLES-GUILLAUME KOPP, professeur

1822-1891

PAR L. FAVRE, PROFESSEUR

L'année dernière, s'est éteint à Strasbourg, où il s'était retiré, notre ancien collègue Charles Kopp, qui fut professeur à Neuchâtel pendant vingt-deux ans, de 1851 à 1873, et un membre zélé de notre Société, dont il fut pendant plusieurs années le secrétaire, ainsi que l'attestent nos Bulletins.

Né le 8 mai 1822, à Heiligenstein, en Alsace, l'un des sept fils du pasteur Théophile Kopp, qui exerça plus tard le saint ministère à Strasbourg, où il mourut en 1847, il fit ses classes dans le lycée de cette ville, et comme il se destinait aux écoles supérieures, il étudia tout particulièrement les mathématiques spéciales.

En 1843, il fut chargé de remplacer son frère Emile, professeur à l'Ecole normale de Strasbourg, pour permettre à celui-ci de devenir le préparateur du chimiste Persoz, notre compatriote, qui fit une belle carrière en France. On sait qu'Emile Kopp devint professeur de chimie très distingué au Polytechnicum de Zurich. A l'Ecole normale, Charles Kopp fut chargé de l'enseignement des mathématiques, de la chimie, de l'arpentage et même du dessin. Un de ses principes, que je l'ai entendu énoncer souvent, était qu'un homme intelligent peut

enseigner n'importe quoi, pourvu qu'il y mette de la bonne volonté et qu'il se prépare consciencieusement. Il est permis d'élever des doutes sur l'universalité de l'application de ce principe. Quoi qu'il en soit, c'est à l'Ecole normale qu'il prit le goût de l'enseignement et qu'il fut conduit à prendre ses grades universitaires, les deux baccalauréats littéraire et scientifique.

Les leçons qu'il donnait à l'Ecole normale, pour gagner sa vie, ne l'empêchaient pas de suivre assidûment les cours de l'Académie de Strasbourg, en particulier ceux de mathématiques et d'astronomie du professeur Sarrus, ceux de physique de Fargeaud et de chimie du professeur Persoz.

Ses professeurs, touchés de son zèle et de ses progrès, lui conseillèrent de se présenter au concours de l'Ecole normale supérieure de Paris, pour y obtenir une place. Il fallait pour cela subir deux séries d'examens très sérieux, d'abord à Strasbourg, puis à Paris, pour ceux qui avaient obtenu le plus de succès. La perspective de faire le voyage à Paris, et de revenir en cas d'échec, le tout à ses frais, n'était pas engageante et il y aurait peut-être renoncé, si, en ce moment même, on ne lui avait pas offert dans un pensionnat de Paris un poste de sous-maitre chargé d'enseigner l'allemand. C'est ainsi qu'il put se présenter au deuxième concours, qu'il fut reçu dixième avec une demi-bourse, et qu'il fit son entrée à l'Ecole normale des hautes études le 29 octobre 1844, après avoir signé l'engagement de se vouer pendant dix années au service de l'instruction publique.

En 1846, il subit avec succès les examens de licence ès sciences mathématiques, et ès sciences

physiques, ce qui lui donna le droit de rester une troisième année dans l'Ecole. Il y ajouta encore l'agrégation d'allemand, pour avoir le droit, cas échéant, d'enseigner cette langue dans un des collèges de Paris.

A la sortie de l'Ecole normale, en 1847, il fut nommé professeur de mathématiques supérieures au Collège de Cherbourg, où il resta pendant la période agitée de 1848 et 1849. L'attitude politique de son frère lui attira la disgrâce du gouvernement; Charles Kopp reçut, en avril 1849, un congé de disponibilité sans traitement; et ce n'est qu'en janvier de l'année suivante qu'il put être nommé professeur de chimie et de physique au Collège de Châteauroux.

Pendant les vacances de 1851, il rencontra chez Persoz, alors à Paris, le professeur Colladon, de Genève qui, sollicité par son ami H. Ladame, membre du Conseil administratif de la bourgeoisie de Neuchâtel, chargé de l'instruction publique de la ville, cherchait à nous procurer un professeur pour la chaire de chimie, vacante par la retraite de M. Sacc. Recommandé par MM. Persoz et Colladon, Ch. Kopp fut agréé; il partit immédiatement pour Neuchâtel, dix-huit jours avant le coup d'Etat. Bien lui en prit, car il était sur la liste de proscription de Châteauroux.

Nous nous rappelons l'entrain joyeux avec lequel il commença ses cours de chimie et de physique dans le collège et dans nos auditoires; il était heureux de se sentir dans un pays libre, et de mettre ses talents, ses forces et son initiative peu commune au service d'un peuple qui travaillait à sa réorganisation dans tous les domaines, après une crise politique

qui avait changé ses institutions. Dès son arrivée, il se fit recevoir membre de notre Société, dont il fut un des soutiens les plus actifs, ne reculant devant aucun travail, lorsqu'il en pouvait résulter un perfectionnement quelconque ou un progrès, et ne s'épargnant pas pour répandre, par des conférences ou autrement, les lumières de la science parmi nos artisans, nos industriels et nos agriculteurs. Il se consacra tout particulièrement à la météorologie, au jaugeage des cours d'eau, à l'hydrographie, à la mesure de la température de nos sources, de celle de l'eau du lac, des variations de son niveau; il fit partie du comité qui inaugura des appareils spéciaux pour déterminer l'évaporation du lac, continuant ainsi les recherches et les observations commencées régulièrement par MM. d'Osterwald, H. Ladame, Arnold Guyot.

Nommé membre de la Commission fédérale d'hydrométrie, il s'occupa avec suite et pendant bien des années des mesures limnimétriques de nos trois lacs, qu'il résumait chaque année par des tableaux graphiques insérés dans notre Bulletin, et qu'on utilisa pour les études préliminaires de la correction des *eaux du Jura*.

Il prit une part active à l'érection de la colonne météorologique et à celle de la table d'orientation, l'une et l'autre dues à l'initiative de notre Société. Le Comité élu en 1853 pour s'occuper de la première, n'avait rien pour se guider; les monuments de ce genre, nombreux aujourd'hui, étaient fort rares, il y a 40 ans; c'était donc en quelque sorte une création à réaliser, et comme on désirait réunir au baromètre et au thermomètre un udomètre et un

limnimètre, on augmentait d'autant les difficultés. Jusque-là les mesures limnimétriques se faisaient à l'aide d'une échelle établie dans le port; la fixation et la lecture du niveau de l'eau étaient presque impossibles par la houle; les chiffres obtenus dans ces conditions manquaient de la rigueur désirable. C'est alors qu'on eut l'idée de creuser sous la colonne météorologique un puits mis en communication par le sol perméable avec le lac, et d'y placer un flotteur portant une tige terminée par l'aiguille servant d'index et glissant sur l'échelle divisée. — Quant à l'udomètre, il fut, dès l'origine, une source d'ennuis; si les gamins n'en cassaient pas le tube en verre, la gelée le faisait éclater. Je dois dire que cette colonne fut pour nous une source de surprises peu agréables.

Il en fut de même pour la table d'orientation, jusqu'au jour où, après bien des tâtonnements, l'on fut fixé sur l'identification des lieux, des montagnes visibles de Neuchâtel, sur la nature du métal à employer, sur la forme à donner à l'alidade, pour résister aux causes de destruction de tout genre qui menacent un objet confié à la sauvegarde du public. Le premier essai consistait en une plaque demi-circulaire en tôle peinte en blanc, sur laquelle les directions avaient été tracées en consultant le grand panorama de la chaîne des Alpes, dessiné avec soin par M. d'Osterwald. C'est là-dessus que j'écrivis les noms à l'encre de Chine, recouverte elle-même d'un vernis protecteur.

Comme chimiste, Ch. Kopp fit de nombreuses analyses de vins, d'eaux de nos sources, en particulier des sources ferrugineuses et sulfureuses du marais des Ponts et de la Brévine, de diverses roches, de la

tourbe, des argiles, de l'asphalte de Travers et de Saint-Aubin, des huiles employées dans l'horlogerie.

Comme physicien, il s'occupa de la production des courants électriques et de leurs effets, surtout depuis l'arrivée à Neuchâtel de M. Hipp, qui stimula grandement nos hommes de science par son génie chercheur, ses inventions et ses découvertes. Les usines à gaz, qui commençaient à se répandre en Suisse, attirèrent également son attention; aussi, lors de l'introduction du gaz d'éclairage dans notre ville, les autorités réclamèrent-elles son concours pour coopérer à l'installation la plus profitable de cet important service public. Chargé de surveiller la qualité du gaz par des mesures photométriques, on se souvient encore à l'usine à gaz du zèle qu'il apportait dans ce contrôle.

Enfin, il traduisit en français des mémoires scientifiques écrits en allemand ou en anglais et qui étaient de nature à nous intéresser.

On le voit, il ne s'épargnait pas, surtout dans les premières années de son établissement à Neuchâtel, lorsqu'il y avait tant de choses à organiser dans le domaine de l'enseignement.

Il n'était plus un étranger pour nous, malgré son accent alsacien, et il le prouva en se mariant, en 1854, avec M^{lle} Sophie Meyrat, dont il eut deux fils, et en se faisant naturaliser Suisse et Neuchâtelois. En 1870, il put donner asile à plusieurs de ses amis d'Alsace, entre autres au peintre Théophile Schuler, à M. Himly, de Paris, et à bien d'autres.

La mort de sa femme brisa cette existence active et heureuse et, en 1874, il alla s'établir à Mulhouse, auprès de son fils, chimiste dans un grand établissement. Le professeur Goppelsröder lui demanda des

cours de physique et de mathématiques à l'Ecole de chimie de la ville.

En 1880, il suivit son fils, le chimiste, à Rouen, mais il le quitta au bout de quelques années, pour rentrer à Strasbourg, où s'était écoulée sa jeunesse et où il avait des parents et des amis. Il prit sa retraite dans l'établissement de Sainte-Barbe, où il trouvait encore moyen de s'occuper, malgré la maladie de cœur qui le minait. C'est là qu'il s'est éteint le 31 mai 1891; il fut accompagné au cimetière Saint-Gall à Strasbourg par le dernier survivant de ses six frères.



CIRCULAIRE

DE LA

COMMISSION DES BLOCS ERRATIQUES

Il y a 25 ans que la **Société helvétique des Sciences naturelles**, faisant appel au patriotisme des citoyens suisses, les engageait à prévenir la destruction des nombreux blocs erratiques disséminés sur le sol de notre pays. Elle pensait faire une œuvre utile en empêchant, dans la mesure du possible, la disparition d'objets d'un intérêt unique.

Un grand nombre de particuliers, d'autorités communales et cantonales répondirent à cet appel, en cédant à l'Etat ou aux sociétés scientifiques la propriété d'une multitude de blocs erratiques, dont plusieurs sont devenus dès lors des lieux de pèlerinage pour les savants et les amateurs de la nature.

Dans ce mouvement, notre canton ne resta pas en arrière et plusieurs communes furent parmi les premières à déclarer certains blocs « inviolables » ; d'autres (Neuchâtel, Boudry, etc.), à ce que nous apprennent les *Actes de la Société helvétique*, s'engagèrent même à ne plus laisser exploiter des blocs dans leurs propriétés...

Mais le temps a passé, les hommes ont changé, l'inscription « inviolable », apposée à l'huile sur les blocs protégés, a disparu...

Aucune convention n'ayant été passée — dans notre canton — et les communes étant restées propriétaires

des blocs inviolables, on ne sait plus aujourd'hui quels sont ces blocs ni où l'on doit les rechercher. Plusieurs ont, du reste, été vendus et exploités. Quelques communes refusent même de se considérer comme liées par des engagements pris il y a 25 ans !

En présence de ces faits et de la destruction croissante des blocs erratiques, en présence surtout de l'intérêt considérable qui s'attache à un grand nombre d'entre eux, voire même de leur utilité, la Société neuchâteloise des Sciences naturelles a dû s'occuper à nouveau de leur conservation.

Dans le but de régler d'une manière définitive cette question de conservation des principaux blocs importants, elle s'est adressée au Conseil d'Etat. C'est, appuyée par l'autorité cantonale, qu'elle entreprend de dresser un *catalogue* de ces blocs. La tâche est évidemment fort longue et difficile, pour la mener à bonne fin; il faut à la Commission instituée *ad hoc* par la Société le concours de *tous* et en particulier de toutes les personnes qui, ensuite même de leurs occupations, connaissent en détail certaines parties du pays.

C'est donc à *tous*, petits et grands, que nous nous adressons dans le but d'obtenir des renseignements sur les blocs erratiques du canton.

En fait de renseignements, ce qu'il nous importe avant tout de connaître, c'est la situation aussi exacte que possible des blocs, car, s'il est des régions où ils abondent, ils sont extrêmement rares et difficiles à trouver ailleurs. La situation se détermine et se décrit facilement par rapport aux accidents de terrain (lacs, ruisseaux, vallons, combes, crêtes, lisières de forêts), ou par rapport à des objets tels que localités, chemins,

etc. Une fois la situation connue, nous nous transporterons sur les lieux afin de relever les blocs et de fixer leurs caractères. Quelques indications sur la dimension approximative de ces blocs seront aussi les bienvenues.

Nous prions toutes les personnes qui pourraient nous donner des renseignements de bien vouloir s'adresser à l'un des membres soussignés.

N.-B. — La Commission désire la formation de Comités locaux qui centraliseraient pour chaque commune les données fournies sur les blocs situés dans la commune; mais il est évident qu'elle sera reconnaissante pour tous les renseignements qu'on voudra bien lui fournir, qu'ils proviennent de comités ou de simples particuliers.

La Commission adressera à toutes les personnes qui lui en feront la demande des formulaires qu'il suffira de remplir.

La Commission des Blocs erratiques :

Louis FAVRE, prof., *président*.

Maurice DE TRIBOLET, prof., *secrétaire*.

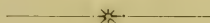
Léon DU PASQUIER, Dr ès-sciences.

Auguste JACCARD, prof.

Fritz TRIPET, prof.

Le Département de l'Intérieur ne peut que recommander l'enquête entreprise par la Société neuchâtoise des Sciences naturelles à l'initiative bienveillante et éclairée des autorités et du public.

COMTESSE.



PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

Année 1891-1892

SÉANCE DU 12 NOVEMBRE 1891

Présidence de M. Louis COULON, président d'honneur

Le procès-verbal de la séance du 11 juin 1891 est lu et adopté.

On passe à la nomination du bureau. M. FAVRE étant indisposé s'est fait excuser et décline une réélection. La Société compose le bureau comme suit :

Président : M. BILLETER, professeur.

Vice-président : M. Paul GODET, professeur.

Caissier : M. le Dr F. DE PURY.

Secrétaires : MM. CONNE et Pierre DE MEURON.

Secrétaire-rédacteur du Bulletin : M. F. TRIPET, professeur.

M. BILLETER présente une communication sur la recherche de la pyridine dans l'alcool dénaturé. Ce travail a été exécuté au laboratoire cantonal, dans le but de constater la présence frauduleuse d'alcool dénaturé dans les produits d'une fabrique de spiritueux.

La régie fédérale dénaturait primitivement l'alcool en y incorporant une certaine proportion d'huile lourde de goudron. Or, celle-ci se laisse facilement éliminer en diluant l'alcool dénaturé à 30 % et en filtrant sur le noir animal. Il suffit alors de remonter le liquide filtré avec de l'alcool pur pour avoir un $\frac{3}{6}$ notablement meilleur marché que celui qui est honnêtement fabriqué.

Ce procédé n'est plus efficace depuis que la régie fait intervenir la pyridine. Ce corps possède une odeur très caractéristique, qui ne disparaît pas par le passage sur le noir animal. Il ne se laisse guère éliminer de l'alcool que par distillation et alors le bénéfice du fraudeur est compromis. Dans les spiritueux en question, la pyridine a été décelée par les précipités caractéristiques qu'elle forme en solution alcoolique avec le chlorure de cadmium, et surtout en solution aqueuse avec le chlorure mercurique.

On a acidulé avec de l'acide chlorhydrique 250 centimètres cubes du liquide à examiner et on a distillé jusqu'à réduction du volume à environ 15 centimètres cubes. Dans ces conditions, la pyridine est retenue à l'état de chlorhydrate. Le résidu de la distillation est versé sur 10 grammes de carbonate de potassium sec, qui met en liberté la pyridine et élève le point d'ébullition de la solution aqueuse; puis on distille et on recueille les premières fractions dans des tubes contenant une ou deux gouttes de solution saturée de chlorure mercurique, tant qu'il se forme un précipité. Il suffit alors de filtrer, sécher et attaquer ce précipité par la soude caustique, pour que l'odeur caractéristique de la pyridine puisse être constatée.

M. Pierre DE MEURON présente quelques réflexions sur le manuscrit de M. L. Perrot, écrit vers 1811, et donnant une foule de renseignements très complets sur les poissons des lacs de Neuchâtel, Morat et Bienne, de la Reuse et du Doubs, sur les pêcheurs, leurs instruments et leurs procédés. Ce manuscrit est une copie faite par M. Louis Coulon père et appartient à la bibliothèque de Neuchâtel.

M. GODET attire l'attention de la Société sur un singulier animal appartenant à la classe, des Myriapodes, la Scutigère (*Scutigera coleoptrata*).

L'espèce est reconnaissable à son corps allongé, recouvert de plaques écailleuses, et à ses longues pattes, au nombre de quinze de chaque côté; la tête porte deux an-

tennes. La couleur est d'un brun plus ou moins foncé et le dos présente trois lignes foncées longitudinales.

La longueur du corps est de 3 cm. environ. Le tout laisse l'impression d'une araignée à pattes nombreuses.

La Scutigère est originaire du midi, où elle abonde. On la rencontre cependant parfois dans notre pays et jusque dans le nord de l'Europe. M. Godet a reçu à trois reprises des exemplaires pris à Neuchâtel. La première fois, l'animal avait apparu dans la maison après la réception de deux caisses venant du midi. Mais voilà que l'autre jour on lui en a apporté un autre exemplaire, découvert sous un lit dans une maison du Faubourg. Impossible jusqu'ici d'expliquer la présence de l'intéressant myriapode dans la maison susdite, à moins qu'il n'y soit arrivé bien des semaines auparavant dans des boîtes de fleurs du midi. Il serait intéressant de savoir si la Scutigère a été observée ailleurs et dans quelles conditions. Jusqu'à présent, il ne semble pas qu'on doive la traiter comme une espèce indigène.

M. BILLETER propose de fixer les séances au vendredi afin d'éviter des coïncidences avec les concerts du jeudi. Cette proposition est adoptée, ainsi que celle qui charge le bureau de faire l'acquisition d'un tableau noir.

SÉANCE DU 26 NOVEMBRE 1891

Présidence de M. BILLETER

Le procès-verbal de la séance précédente est adopté.

Il est donné connaissance à la Société de la demande du Musée géologique de Rome et de la Société d'histoire naturelle d'Autun, d'échanger nos publications avec les leurs, demande qui est acceptée.

M. F. TRIPET lit une notice de M. A. de Jaczewski sur la méthode de Herpell pour la formation d'un herbier des

champignons hyménomycètes. Elle consiste à fixer sur du papier gélatiné, après leur avoir fait subir une préparation appropriée, les parties essentielles du champignon et à les soumettre ensuite à une pression modérée jusqu'à ce qu'elles adhèrent suffisamment.

Cette méthode est peu coûteuse; elle conserve aux champignons leurs dimensions, leur couleur et le mode de disposition de leurs lamelles. Elle est donc infiniment préférable à la méthode de dessiccation directe, et permet de se passer des collections de moulages, très chères et très encombrantes. (Voir p. 44.)

M. L. FAYRE avait autrefois réussi à fixer la disposition des lamelles du champignon en posant le chapeau à plat sur une feuille de papier; les spores tombant sur celle-ci étaient ensuite fixées au moyen d'un liquide siccatif.

M. L. ISELY a malheureusement cru devoir ne présenter qu'un résumé de la communication annoncée, supposant que le temps lui manquerait pour l'exposer *in extenso*. Il développe le principe de dualité et indique le parti qu'on peut en tirer pour passer des théorèmes de la géométrie plane à ceux de la géométrie dans l'espace, en remplaçant dans l'énoncé des premiers le mot *point* par le mot *plan* et inversement, et en laissant le mot *droite* sans y toucher. Il montre comment on déduit des théorèmes sur l'égalité des triangles ceux sur l'égalité des trièdres, et démontre ainsi combien l'étude de la géométrie est simplifiée et rendue moins longue et plus intéressante. (Voir p. 118.)

M. BILLETER demande si la démonstration du principe de dualité a été donnée, à quoi M. ISELY répond qu'elle découle des relations des figures corrélatives.

M. LÉON DU PASQUIER prend la parole pour renseigner la Société sur l'état de la question des blocs erratiques. Des trois membres de la Commission nommée dans la séance du 14 mai dernier, le temps de l'un a été pris par des travaux absorbants, du second par d'autres préoccupations.

pations, de sorte que M. Du Pasquier s'est trouvé seul aux prises avec nos blocs. Comme il lui serait impossible d'y suffire, il demande qu'on lui adjoigne, en la personne de MM. FAVRE et TRIPET, deux collègues auxquels incombera la tâche de lui fournir les renseignements verbaux nécessaires pour qu'il puisse étudier la question sur le terrain. Cette proposition étant acceptée, M. Du Pasquier donne lecture d'une notice exposant le plan qu'il propose de suivre dans ce travail. (Voir p. 1.)

M. le PRÉSIDENT félicite vivement M. Du Pasquier au nom de la Société, de la façon magistrale dont il a traité ce sujet, et invite la Commission à publier cette notice dans les journaux.

SÉANCE DU 14 DÉCEMBRE 1891

Présidence de M. BILLETER

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

M. LEGRANDROY, professeur, qui avait été empêché d'assister aux réunions de la Société pendant plusieurs années, demande à y rentrer, ce qui est accepté tacitement; puis M. Auguste DUBOIS, professeur, est admis à l'unanimité membre de la Société.

M. Charles-Auguste Philippin est présenté comme candidat par MM. L. FAVRE et WEBER.

M. HIRSCH fait don à la Société des deux dernières livraisons sur le *Nivellement de précision de la Suisse*, publié par la Commission géodésique. Elles contiennent entre autres la vérification de l'étalon en fer de la Commission, exécutée par le Bureau international des poids et mesures, et le catalogue des altitudes des points de repère, rapportées à la Pierre du Niton, en attendant que l'Association géodésique internationale se soit décidée à désigner la mer dont le niveau sera pris comme point de départ.

M. HIRSCH, rendant compte de la dernière conférence géodésique internationale, signale l'heureuse conséquence de la révision des toises que les différents pays ont employées pour mesurer les bases de leurs nivellements. Grâce à cette comparaison, effectuée à Breteuil, les différences jusqu'ici inexplicables qui existaient entre ces triangulations ont complètement disparu.

Un autre résultat, également du plus haut intérêt, est celui de la mission envoyée aux îles Sandwich pour contrôler la variation des latitudes.

Cette nouvelle et brillante découverte de l'astronomie, dont il reste à rechercher les causes, est confirmée de la manière la plus éclatante par les observations de Berlin, Potsdam et Prague, faites en même temps que celles de Honolulu.

M. RITTER pense que la cause de ce phénomène doit être attribuée aux influences thermiques résultant de la variabilité de l'action solaire sur l'écorce terrestre; il relève l'importance de cette découverte pour l'explication de certains phénomènes géologiques anciens.

M. PERROCHET décrit les phénomènes produits par l'avancement des séracs du Mont-Colon et leur chute contre le glacier d'Arolla, qui se trouve actuellement dans une période stationnaire. Il en résulte la formation d'une série de gradins. En outre, on observe sur le front du glacier un certain nombre de crevasses verticales, reliées entre elles par une galerie horizontale.

M. ALBRECHT présente un nouvel hémomètre, remplaçant avantageusement les appareils analogues à étalon variable employés jusqu'ici. On leur substitue actuellement une pyramide en verre coloré, à base rectangulaire, mobile dans le plan d'une face perpendiculaire à la base. Il suffit donc de déterminer l'épaisseur de verre qui correspond à l'intensité de coloration du sang, dilué dans un rapport déterminé. Pour cela, on fait marcher, au moyen

d'une crémaillère, le prisme à côté d'une petite cuve remplie de sang dilué, et on peut lire le résultat sur une échelle aussitôt que les deux colorations sont égales en intensité. (Voir p. 93.)

SÉANCE DU 8 JANVIER 1892

Présidence de M. BILLETER

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

M. Ch.-Aug. PHILIPPIN est élu à l'unanimité membre de la Société.

MM. F. TRIPET et M. DE TRIBOLET présentent comme candidat M. Henri Sandoz fils, vétérinaire.

M. BELLENOT décrit de la façon la plus complète l'installation de la station centrale d'électricité à Cologne et la distribution de l'électricité à domicile dans cette ville.

M. L. FAVRE lit une note sur la dernière visite des chaudières à vapeur du canton, faite par la Commission de surveillance. (Voir p. 111.)

MM. DE TRIBOLET, FAVRE et LÉON DU PASQUIER rendent compte à la Société des travaux de la Commission des blocs erratiques. Elle se propose de répandre ce printemps dans le pays, soit directement, soit par l'intermédiaire du Club jurassien et du Département de l'Intérieur, une circulaire dans laquelle elle demandera aux personnes compétentes les indications nécessaires à ses recherches.

En outre, la communication de M. Du Pasquier sur ce sujet sera envoyée aux personnes qui s'intéressent à la conservation des blocs erratiques.

La Société décide d'accepter ces résolutions, en spécifiant que les circulaires seront prêtes à être lancées aux premiers beaux jours.

M. Paul GODET annonce qu'il a reçu de M. Henri Junod, missionnaire dans l'Afrique australe, avec un envoi de chenilles, un travail sur *quelques larves inédites de Rhopalocères sud-africains*, dont il donne un résumé. Cette notice sera insérée dans le Bulletin. (Voir p. 18.)

M. GODET propose de nommer M. Junod membre correspondant de la Société. Notre jeune compatriote a donné déjà de nombreuses preuves de l'intérêt qu'il porte aux sciences naturelles et aux collections du Musée.

Cette proposition est adoptée, et la Société confère à M. Junod le titre de membre correspondant.

SÉANCE DU 22 JANVIER 1892

Présidence de M. BILLETER

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. Henri SANDOZ fils, vétérinaire, est élu membre de la Société.

M. BILLETER annonce à la Société que le bureau a vérifié et reconnu exacts les comptes de l'exercice 1889-1890, bouclant par un solde en caisse de 2214 fr. 15 et qu'il propose d'en donner décharge au caissier, ce qui est fait avec remerciements. En outre, le bureau a chargé MM. Billeter et Tripet de l'acquisition d'un tableau noir, décidé la cession du *Zoologischer Anzeiger* à la Bibliothèque de l'Académie (ce journal n'offre qu'un intérêt d'actualité) et de déposer pendant trois mois les publications adressées à la Société chez M. Billeter, qui les mettra à la disposition des sociétaires sous sa responsabilité.

M. le Dr F. DE PURY rend compte du résultat de la souscription ouverte l'année passée pour l'acquisition du bloc

de Mont-Boudry. Elle a produit net 618 fr. 50. En présence de ce résultat, M. de Pury propose de renoncer à la somme de 200 fr., offerte par le Département de l'Intérieur, d'autant plus qu'en acceptant la propriété du bloc, l'Etat a épargné à la Société une foule d'ennuis de tout genre. Cette proposition est adoptée.

La Commission des blocs erratiques donne connaissance à la Société de son projet de circulaire, qui est adopté sans modifications.

M. le Dr G. BOREL présente une communication sur les accidents dynamiques consécutifs aux catastrophes de chemins de fer. M. Borel a eu en traitement plusieurs personnes chez lesquelles l'accident de Zollikofen a déterminé des explosions de maladies hystériques se trahissant par une altération de la vision, puis par des tremblements nerveux des mains et des jambes, des crises hystériques, etc. Ces maladies s'aggravent avec rapidité et font leur œuvre bien plus vite que dans la vie ordinaire, et cela sans qu'après la mort on retrouve leurs traces caractéristiques, par exemple dans la moëlle épinière.

M. WEBER raconte les impressions qu'il a ressenties lors de l'accident de Zollikofen, auquel il a assisté involontairement.

M. BÉRANECK pense que si l'on ne retrouve pas après la mort de modifications de la moëlle épinière, c'est qu'il faudrait peut-être les rechercher dans le cerveau, où il est possible que la maladie ait son siège.

SÉANCE DU 11 FÉVRIER 1892

Présidence de M. BILLETER

Au début de la séance et après l'adoption du procès-verbal, M. L. FAVRE demande que la communication faite il

y a quelque temps par M. Bellenot, sur la station centrale de Cologne, soit insérée au Bulletin. M. le PRÉSIDENT explique que cela va de soi et que les communications faites à la Société deviennent en quelque sorte sa propriété ¹.

M. BILLETER présente ensuite le nouveau tableau noir, dont l'acquisition a été faite pour le prix de 28 fr.

M. L. FAVRE lit une notice nécrologique sur Charles-Guillaume Kopp, autrefois professeur à Neuchâtel et pendant plus de vingt ans un des membres les plus zélés de notre Société des sciences naturelles. (Voir p. 146.)

M. LÉON DU PASQUIER développe sa communication : *Sur les limites du glacier du Rhône le long du Jura*. M. Du Pasquier a recherché s'il n'était pas possible de constater, le long du Jura, des traces palpables des *deux* périodes glaciaires successives dont on connaît depuis longtemps les traces dans la plaine suisse. Il a réussi à déterminer les limites de la moraine interne du glacier du Rhône sur les flancs du Jura jusqu'à leur raccordement avec la moraine terminale du même glacier à Wangen sur l'Aar. Cette ligne, dont l'altitude maximale est de 1240 m. à l'Aiguille de Beaulmes, indique la limite du glacier au moment de sa dernière expansion. Au-dessus de cette moraine, on trouve encore des blocs isolés, sporadiques, formés le plus souvent par d'autres matériaux que ceux de la moraine interne et qui sont les témoins de l'avant-dernière période de glaciation du Jura par le glacier du Rhône. (Voir p. 32.)

Plusieurs membres de la Société adressent quelques questions et demandes d'explications complémentaires à M. Du Pasquier.

M. le PRÉSIDENT demande que l'on se prononce sur les relations de la Société avec les « Archives des sciences physiques et naturelles » de Genève, auxquelles nous

¹ Sur le désir de l'auteur, cette communication n'a pas été publiée.

envoyions autrefois des correspondances contenant le compte-rendu sommaire de nos réunions. Après diverses explications, la Société décide de nommer un correspondant officiel des Archives et elle charge de ces fonctions un des secrétaires, M. Pierre de Meuron.

M. Louis FAVRE fait la communication suivante sur un défaut qui a été découvert à une chaudière à vapeur dans nos environs :

Il y a quelques jours, l'inspecteur de la Société suisse des propriétaires de chaudières à vapeur m'apporta deux morceaux de tôle provenant d'un bouilleur dont il avait fait la visite intérieure et extérieure, il y a quelque temps, et où il avait cru découvrir une fissure qui lui paraissait dangereuse.

Comment il a pu l'apercevoir soit du dedans, couché dans un tube à peine plus grand que sa personne, soit du dehors en rampant dans les vides des carnaux, éclairé par une mauvaise chandelle, c'est ce que j'ai peine à concevoir. Mais cela peut nous donner une idée du coup d'œil perçant de ces hommes habitués à cette recherche, et de l'habileté avec laquelle ils se servent du marteau pour percuter le métal et en tirer des inductions.

J'ajoute que l'appareil des chaudières de l'établissement lui inspirait des inquiétudes, comme à moi, et que ses facultés en étaient d'autant plus aiguës. L'usine avait passé par des circonstances diverses d'arrêt et d'activité, de bonne et de mauvaise fortune, même l'incendie l'avait visitée. Tout cela n'est pas favorable aux chaudières et les rend suspectes à ceux qui ont la charge de les surveiller et de prévenir les accidents.

Après bien des pourparlers, il parvint à décider le propriétaire à faire la réparation qu'il demandait, c'est-à-dire à enlever le morceau qui lui inspirait des doutes pour le remplacer par une pièce neuve rivée avec soin. C'est précisément le fragment enlevé au ciseau qu'il m'ap-

portait ; mais soumis à l'examen de l'ingénieur en chef de la Société, M. Strupler, il revenait de Zurich rompu en deux ; au premier effort, le fer avait cédé et avait mis au jour une paille qui en traversait l'épaisseur justement au point suspect. Le dessin que je présente fera mieux comprendre l'état du métal que toutes mes explications.

Or, il s'agissait ici d'une chaudière de la 1^{re} catégorie, composée d'un corps principal de un mètre de diamètre sur 6^m,7 de longueur, de deux bouilleurs d'un diamètre de 0^m,60 sur 6^m,7 de longueur, d'un réchauffeur, le tout ayant une surface de chauffe de 37,5 mètres carrés et marchant sous une pression de 7 atmosphères.

Quelle résistance le fer ainsi altéré pouvait-il présenter ? Ajoutons que ce défaut était précisément dans la partie du bouilleur exposée au feu du foyer.

Le propriétaire, furieux d'avoir dû faire cette dépense et d'avoir été obligé d'interrompre ses travaux pendant qu'un ouvrier chaudronnier compétent, venu de Vevey, procédait à la réparation, a épuisé son vocabulaire sur le malencontreux inspecteur qui l'a peut-être sauvé d'une explosion et de ses effrayantes conséquences.

On sait que les explosions des bouilleurs à foyers extérieurs sont bien autrement terribles que celles des chaudières tubulaires, qui en sont quittes souvent pour la rupture d'un tube à fumée éteignant le feu.

Nous pouvons donc rendre hommage à la sagacité de notre inspecteur, qui a découvert cette fissure, et a tenu bon contre le propriétaire en le forçant à la réparer. Il est vrai que le propriétaire a demandé d'être rayé de la liste des membres de la Société suisse. Mais il ne peut échapper au règlement qui autorise le Département de l'Intérieur à faire visiter d'office les chaudières non inscrites, ce qui leur procure des frais plus considérables.

M. BELLENOT présente des échantillons de câbles fabriqués à Cortaillod. Ces câbles sont destinés à transporter

des courants à haute tension; l'un d'eux, construit pour 4000 volts, a supporté des essais de 8000 volts, et l'autre, à trois conducteurs pour courants polyphasés, en a supporté 5000.

SÉANCE DU 4 MARS 1892

Présidence de M. BILLETER

La séance s'ouvre par la lecture du procès-verbal, qui est adopté.

Quelques explications sont échangées sur le sujet toujours nouveau du jour des séances, des convocations et des renvois. Puis, M. TRIPET annonce qu'il a reçu 42 volumes de comptes-rendus de Sociétés françaises et que la Société belge d'entomologie, se disposant à nous envoyer une notice sur un célèbre entomologiste de ce pays, demande qu'on lui fasse parvenir les adresses des membres de notre Société.

M. le Dr A. CORNAZ présente les différents types d'Actinies qu'il entretient vivantes en captivité et à l'occasion desquelles la Société se trouve réunie à l'Ecole. Après quelques mots sur la station de Roscoff d'où proviennent ses spécimens, M. Cornaz entretient ses auditeurs des conditions qu'il faut réaliser pour conserver ces animaux marins en bon état si loin de l'océan. Ses aquariums sont remplis d'eau de mer venue en baril de Roscoff. Cette eau doit être maintenue en parfaite propreté et aérée quotidiennement au moyen d'un appareil hydraulique dont M. Cornaz fait la démonstration. L'eau des aquariums est purifiée, soit par putréfaction complète des matières organiques qu'elle contient, suivie d'un filtrage soigneux, soit par simple ébullition. Grâce à ces procédés, nous pouvons admirer dans les aquariums mis sous nos yeux

des *Actinia*, *Anthea*, *Heliactis*, *Butodes*, *Sagartia*, *Thealia*, *Cerianthus*, etc., en parfait état. Ce spectacle, nouveau pour beaucoup de membres, éveille l'intérêt général dont M. le Président se fait l'écho en remerciant M. le Dr Cornaz de ses intéressantes démonstrations et de l'hospitalité qu'il offre aujourd'hui à la Société.

Quelques membres demandant des explications plus étendues sur l'histoire naturelle des Actinies, celles-ci leur sont fournies par MM. Paul Godet et P. de Meuron.

M. TRIPET communique les résultats de l'examen qu'il a fait du contenu de l'estomac d'un lagopède, provenant d'un marchand de comestibles de notre ville. Il y a trouvé des bourgeons et des extrémités de rameaux de hêtre, d'aulnes, de bouleaux, etc., qui avaient communiqué à la chair un goût désagréable et éveillé la défiance du consommateur.

SÉANCE DU 18 MARS 1892

Présidence de M. BILLETER

Le procès-verbal de la séance précédente est adopté.

M. PHILIPPIN informe la Société, à propos des discussions au sujet de la possibilité de retourner les Actinies que, dans une conférence à Manchester, un professeur a présenté un de ces animaux qui avait subi sans dommage cette opération. Cette affirmation ne convertit pas les sceptiques.

M. le Dr BOREL présente une communication sur l'*Hystérie chez l'homme adulte*.

Cette affection n'est entrée définitivement dans le domaine scientifique que depuis les travaux de Charcot, qui ont rigoureusement établi la réalité de cet état nerveux.

Mais avant tout il est nécessaire d'être prémuni contre quelques idées erronées transmises par la tradition. La légèreté, l'insouciance, la mobilité étaient considérées autrefois comme caractérisant l'état psychique de l'hystérique, et il était admis que les manifestations somatiques ou corporelles étaient essentiellement fugaces. Ces idées, déjà inexactes si on les applique à tous les cas d'hystérie chez la femme, sont complètement fausses si on envisage l'hystérie chez l'homme. Le tableau symptomatique de la grande hystérie, dans sa forme la plus parfaite, peut être considéré comme un assemblage de pièces distinctes représentant chacune un des symptômes de la névrose. Le tableau peut se dégrader par la perte successive d'une ou de plusieurs de ses pièces, et arrive enfin à n'être plus constitué que par l'une d'entre elles. C'est là l'*hystérie monosymptomatique*.

L'hystérie est sans contredit la maladie protéiforme par excellence, et la clarté commence à se faire au sujet de cette maladie étrange, qui semble former la limite entre les désordres matériels et ceux d'un autre ordre.

M. le Dr Borel présente un jeune homme de 21 ans qui, à la suite d'un léger accident, est devenu le type de l'hystérique le plus accentué. Une blessure de la cornée fut suivie de paralysie de la pupille et de l'accommodation; puis il survint une diplopie monoculaire, c'est-à-dire que l'œil qui avait été blessé voyait double isolément; la convergence devint défectueuse; la rétine, prise d'une sensibilité exagérée, ne pouvait plus supporter la lumière; tous les objets étaient vus de couleur rouge, et cette *érythroopsie* s'accrut dès que la neige favorisa encore l'éblouissement. Un simple rayon de lumière suffit pour produire un larmoiement intense et détermine une sueur abondante, limitée à la moitié du visage. Une simple émotion amènerait le même résultat. Le sommeil devint impossible, la vision des couleurs prit des troubles caracté-

ristiques : le champ visuel de la vision périphérique se rétrécit notablement du côté lésé ; le goût, l'odorat, la sensibilité de la bouche et du pharynx disparurent du côté droit, alors que le côté gauche restait normal.

Ce sont ces régions insensibles à la douleur qu'on prenait au moyen-âge pour des *marques du diable*, à cette époque où on appelait les hystériques des *possédés* ou des *démoniaques*, qu'on faisait monter sur des bûchers aux applaudissements d'un peuple fanatisé.

Les membres de la Société sont fort étonnés de voir le sujet rester insensible aux piqûres les plus profondes, aux brûlures au fer rouge, tant qu'on restait sur la moitié droite du corps : l'œil lui-même était tout à fait anesthésié. Mais dès que la piqûre dépassait la ligne médiane, l'hémianesthésie faisait place à une exagération de la sensibilité.

Ces troubles n'ont du reste aucune base anatomique appréciable, et il suffit de mettre le sujet en contact avec un aimant pour opérer un *transfert*, c'est à dire le passage de l'anesthésie du côté droit au côté gauche. Il est bien curieux de remarquer que les malades ne se doutent en rien de ces anomalies de sensibilité ni des troubles de leurs sens.

Ce cas est d'autant plus remarquable que, dans l'espèce, nous avons affaire à un homme bâti comme un hercule Farnèse, avec un cou de taureau et des muscles de lutteur, et chez lequel une blessure de minime importance a produit des désordres généraux littéralement de la tête aux pieds.

Les auditeurs de M. le D^r Borel n'ont cessé de prêter l'attention la plus soutenue aux explications données sur ce curieux cas pathologique.

M. LÉON DU PASQUIER donne lecture de la circulaire préparée par la Commission des blocs erratiques, pour accompagner le questionnaire qu'elle adressera aux per-

sonnes dont les renseignements pourraient être utiles. Cette circulaire est approuvée par la Société et sera reproduite dans le Bulletin. (Voir p. 153.)

Le questionnaire est conçu dans les termes suivants :

1. Pouvez-vous nous donner l'un ou l'autre des renseignements ci-dessous au sujet de blocs erratiques ayant existé ou existant encore ?
2. Ces renseignements se rapportent-ils :
A *un seul bloc* ?
Ou à *plusieurs blocs isolés* ?
Ou à *un groupe de blocs* ?
3. Ces blocs existent-ils encore ?
Ont-ils été exploités ?
Ou enterrés ?
4. Ont-ils ou avaient-ils des noms ? Lesquels ?
5. Quelle est la situation de ces blocs ?
(Indiquer la situation par rapport aux localités ou aux cours d'eau, aux montagnes, forêts, routes, etc.)
6. Sur quelle Commune sont-ils ?
7. Appartiennent-ils à la Commune ?
Ou à un particulier ? A qui ?
8. Quelles sont les dimensions approximatives de ces blocs ?
9. Sont-ils tout à fait hors de terre ?
Ou en partie enterrés ? Ou dans l'eau ?
10. Observations particulières, telles que, par exemple :
Nature de la roche ?
Altitude approximative ?
Position particulière (blocs debout) ?
Signes particuliers gravés sur les blocs ?
Colonies de plantes étrangères dans le voisinage ?
Légendes se rapportant à ces blocs ?

Ou tout autre renseignement pouvant présenter quelque intérêt?

11. Adresses de personnes à même de fournir des renseignements sur les blocs erratiques?

M. L. DU PASQUIER présente ensuite un travail de M. JACCARD sur les anciens glaciers du Jura.

L'auteur du travail divise la période glaciaire en trois phases successives.

1^o Phase initiale, caractérisée par l'existence de petits glaciers locaux et par l'extension graduelle des glaciers alpins.

2^o Phase maximale : les glaciers des Alpes se mêlent aux glaciers locaux et se répandent au-delà des limites de la Suisse.

3^o Phase terminale, pendant laquelle les glaciers alpins sont limités en gros par la première chaîne du Jura; c'est à cette époque que se forme la grande moraine frontale du glacier du Rhône, de Wangen sur l'Aar à l'Aiguille de Beaulmes.

La seconde partie du travail de M. Jaccard est un catalogue des blocs et dépôts erratiques qu'il a observés dans le Jura. (Voir p. 124.)

M. DU PASQUIER ajoute que ce sont là les seules subdivisions auxquelles donne lieu l'étude des dépôts glaciaires du Jura. Dans la plaine il s'est formé, dans l'intervalle qui sépare les deux dernières phases indiquées par M. Jaccard, une série de dépôts non directement glaciaires, qui montrent que les glaciers s'étaient considérablement retirés.

M. RITTER constate que les dépôts glaciaires ont eu lieu suivant les conditions mécaniques de l'écoulement des glaciers, en particulier pour la grande moraine du glacier du Rhône venant autrefois buter contre le Jura, pour prendre de là une autre direction.

SÉANCE DU 1^{er} AVRIL 1892

Présidence de M. BILLETER

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. HIRSCH communique à la Société les résultats provisoires de la mission envoyée à Honolulu par l'Association géodésique internationale. Il rappelle qu'il a déjà, en rendant compte de la Conférence géodésique de Florence, communiqué à la Société le remarquable accord que les observations de latitude faites à Honolulu avait montré pendant l'été dernier avec celles des observatoires européens. Dès lors, il a reçu une lettre de M. le Dr Marcuse, qui lui donne des renseignements provisoires sur la continuation de ses travaux. Il en résulte le fait curieux que le mouvement considérable de l'été 1891 paraît avoir été suivi, à Honolulu, d'une période de repos relatif allant de septembre à décembre, tandis qu'en Europe il y a eu une faible diminution de $-0'',15$; à partir de décembre-janvier, il y a de nouveau un accord complet, savoir : $+0'',13$ à Honolulu et $-0'',13$ en Europe. Comme on ne dispose encore que de chiffres provisoires, on ne pourra que plus tard, après les réductions définitives, s'assurer de la réalité de cette faible perturbation apparente. En tout cas, il sera utile de prolonger les observations à Honolulu de quelques mois, au moins jusqu'en juin, afin d'embrasser une année complète.

M. HIRSCH pense intéresser la Société en lui communiquant, de son dernier rapport sur l'Observatoire, quelques données sur le mouvement du sol pendant ces dernières années, qu'il continue à suivre au moyen de l'instrument méridien.

La diminution annuelle de l'inclinaison, qui avait été autrefois de $-1^s,59$ et qui, en 1888-89, était descendue à $-0^s,84$, a été dans les deux années de 1890-91 de $-0^s,73$, ce qui correspond à un abaissement annuel du pilier Ouest de $0^{mm},057$, ou de $0\mu,16$ par jour.

Le curieux mouvement oscillatoire en azimut a conservé non seulement la même allure que précédemment, mais encore a montré la même amplitude, aux petites variations près, qu'on peut imputer au caractère météorologique des années en question. Ainsi, le mouvement triennal O.-S.-E. des deux dernières années a été de $+2^s,93$, au lieu de $+2^s,65$ pendant les années précédentes (ce qui s'explique par l'hiver prolongé de 1890-91) et le mouvement estival (E.-S.-O.) de $-2^s,73$ au lieu de $-2^s,65$.

Mais ce qui est particulièrement intéressant, c'est que nous avons encore constaté un pareil mouvement azimutal, quoique bien plus faible, pour nos trois mires au Nord et au Sud. En voici le tableau :

	Azimut moyen		Variation annuelle		Variation diurne	
	1890	1891	1890	1891	1890	1891
Mire du Mail	^s +0,02	^s 0,0	^s 0,59	^s 0,63	^s 0,03	^s 0,03
Mire de Chaumont	+0,08	-0,01	0,58	0,42	0,03	0,03
Mire de Portalban	+0,26	+0,28	0,45	0,49	0,02	0,02

En comparant ces chiffres à ceux des années précédentes, on s'aperçoit qu'en somme l'azimut de nos mires reste le même, à quelques centièmes de seconde près, d'une année à l'autre, et que leur mouvement annuel en azimut est à peu près le $\frac{1}{3}$ de l'amplitude du mouvement méridien, toutes les trois montrant les maxima négatifs en hiver et les maxima positifs en été.

M. Hirsch en tire la conclusion qu'il existe pour toute notre région des environs de l'observatoire, à 4 km. au

nord, vers le Jura, et à 10 km. au sud, de l'autre côté du lac, une variation annuelle de l'azimut d'une $\frac{1}{2}^s = 8''$ d'arc, s'accomplissant dans le même sens et atteignant les extrêmes dans la même saison.

Sans vouloir encore hasarder une hypothèse pour expliquer ce phénomène, dont l'importance numérique dépasse plus de 20 fois l'incertitude des observations dont il est déduit, et qui est évidemment indépendant de toute erreur systématique et périodique des déterminations, puisque chaque mesure d'azimut des mires est reliée directement et avec l'intervalle de quelques heures seulement, à la détermination de l'azimut absolu de la lunette par la combinaison d'étoiles polaires et équatoriales.

Enfin, M. HIRSCH constate que la splendide pendule de Hipp continue la régularité étonnante de sa marche; car la variation diurne qui, d'après sa notice antérieure, était descendue en 1889 jusqu'à $0^s,022$, a été:

en 1890 de $\pm 0^s,019$ d'après 250 déterminations.

en 1891 de $\pm 0^s,020$ » 265 »

Les deux seules perturbations dans le cours de 1891, l'une de $0^s,43$ survenue le 4 février, et l'autre de $0^s,54$ observée le 19 décembre, coïncident avec de faibles tremblements de terre, constatés dans certaines régions de la Suisse (Valais) ou dans l'Italie du Nord. On voit que la pendule électrique, précisément à cause de sa régularité étonnante, peut être considérée en même temps comme un des seismomètres les plus sensibles.

M. DE TRIBOLET annonce à la Société que la Commission des blocs erratiques a expédié sa circulaire aux personnes compétentes du canton et que M. le Conseiller d'Etat Comtesse a bien voulu l'apostiller favorablement.

SÉANCE DU 2 AVRIL 1892

Présidence de M. BILLETER

Après la lecture et l'adoption du procès-verbal, M. L. FAYRE communique un résumé du récit des dragages de M. Alex. Agassiz dans l'Océan Pacifique, sur l'*Albatross*, de la marine des Etats-Unis.

L'espace exploré durant cette expédition de trois mois (février à mai 1891) s'étend de la Californie à la côte septentrionale de l'Amérique du Sud, soit de Guaymas dans le golfe de Californie et des îles Revilla Gigedo, limite Nord, jusqu'au cap San-Lorenzo à l'Est, et aux îles Galapagos, limite Sud, en suivant les côtes du Mexique, Guatemala, Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa-Rica, Panama et Colombie.

Une carte hydrographique, où sont inscrites les cotes des sondages, et où les diverses profondeurs de l'Océan sont indiquées par des teintes particulières, représente l'espace exploré. On y remarque que la mer est beaucoup plus vite profonde du côté du Pacifique que du côté du golfe du Mexique, où le rivage s'abaisse graduellement, comme du reste tout le continent américain, dont la partie la plus élevée correspond aux Cordillères qui suivent le bord du Pacifique.

Une zone de grandes profondeurs (2000 brasses) s'étend au large de la Californie et jusqu'au Nicaragua; elle est interrompue par une zone moins profonde dans le prolongement de la presqu'île de Californie, et autour des îles Galapagos, dues à l'activité volcanique.

Chose remarquable et fort inattendue, dans l'Océan Pacifique, la drague ramène d'énormes quantités de matières végétales en décomposition : troncs d'arbres, branches, rameaux, fruits, graines, etc. Entre les Galapagos et Acapulco, ces dépôts terrestres se rencontrent même à de

très grandes distances du rivage. Lors de l'expédition du « Blake » dans le golfe du Mexique, M. Alex. Agassiz avait déjà été frappé de la quantité prodigieuse de matières végétales retirées de 3000 mètres de profondeur sous le vent des Antilles, mais elle n'est nulle part comparable à ce qu'il a retiré du Pacifique. Pas un coup de filet qui n'ait ramené des charges de bois, des branches plus ou moins fraîches, des feuilles, des graines, des fruits dans tous les états possibles de décomposition. D'où viennent ces débris, qui devraient, semble-t-il, être plus abondants du côté du golfe du Mexique, par l'apport du Mississipi et du Rio-del-Norte qui charrient les arbres tombés sur leur immense parcours, et par le Gulfstream qui entraîne avec lui les bois flottés de la Magdalena, de l'Orénoque et des cours d'eau des Guyanes ? M. Agassiz ne se prononce pas, il se borne à enregistrer ces faits que les observations subséquentes se chargeront d'expliquer.

En général, la température de la mer est d'environ 36° Fahrenheit (2° C.) à 4500 mètres de profondeur, de 83° Fahr. (24° C.) à 100 mètres, tandis que dans l'air le thermomètre indiquait 85° Fahrenheit, soit 25° C.

On sait les précautions minutieuses qu'exigent les dragages pour avoir une valeur scientifique et être comparables entre eux. Les appareils jouent un grand rôle dans ces opérations et leur perfectionnement préoccupe tous ceux qui les emploient. Chacun connaît les bobines à vapeur pour relever rapidement les sondes descendues à des profondeurs considérables, ainsi que les diverses formes de dragues, sacs de filet, dont le principal mérite est de ne ramener à la surface que les spécimens d'animaux ou de plantes recueillis à une profondeur déterminée. Si le filet restait ouvert pendant qu'il remonte, il s'emparerait de tout ce qu'il rencontrerait sur son chemin et le principal but de l'opération serait manqué. Le commandant Tanner, de l'*Albatross*, s'est appliqué à perfectionner avec un esprit très ingénieux les dragues de-

want servir à l'expédition et a trouvé le moyen de fermer le sac à la profondeur voulue, lorsqu'il a été traîné à cette profondeur pendant 15 ou 20 minutes, durée ordinaire d'un coup de drague. Cette fermeture s'obtient au moment voulu au moyen d'un poids métallique nommé le *Messenger*, que l'on fait couler le long de la corde, et dont la forme est telle qu'il ouvre un déclic placé au-dessus du sac. Ce déclic, en s'ouvrant, lâche deux fils soutenant des poids disposés de façon qu'en tombant ils entraînent avec eux deux autres fils qui ferment le sac assez loin du fond pour emprisonner ce qu'il contient, mais laissent ouverte la partie supérieure afin de ramasser tous les animaux rencontrés sur son trajet en remontant à la surface.

Le sac ne doit pas traîner sur le fond, où il pourrait s'accrocher et se déchirer, mais rester à quelques mètres au-dessus du sol, ce qui est obtenu par le boulet suspendu à la partie inférieure. En réalité, le sac de la drague est maintenu par deux boulets, placés l'un au-dessus, l'autre au-dessous, à une distance calculée pour arriver aux meilleurs résultats. Il va sans dire qu'un sondage très exact se fait en même temps et que l'on calcule minutieusement l'inclinaison que subit la corde de la drague par suite de la marche du steamer. La mesure de la profondeur se fait à pic.

On peut affirmer en général que, jusqu'à 400 m. de profondeur, la vie animale est fort abondante, mais au-dessous on ne trouve d'ordinaire presque plus rien.

En comparant les espèces trouvées dans l'Océan, des deux côtés de l'isthme, on remarque une grande analogie chez les animaux habitant les grandes profondeurs. On pourrait en conclure qu'il existait jadis, jusqu'à l'époque crétacée, une communication entre l'Atlantique et le Pacifique, et que la mer des Caraïbes était probablement alors une baie de ce dernier océan. Mais, à tout prendre, la quantité d'animaux que l'on rencontre du côté de l'Atlantique est infiniment plus grande, ce que l'on peut

expliquer par la nourriture abondante qu'amène le Gulfstream dans ces eaux qu'il parcourt après avoir passé devant l'embouchure de l'Amazone et de l'Orénoque.

Après avoir donné l'énumération des êtres recueillis aux diverses profondeurs dans les parages visités, M. Al. Agassiz s'arrête aux îles Galapagos, dont il explore les principales.

Ces îles volcaniques, situées sous l'équateur à 500 milles des côtes, furent découvertes au XVI^{me} siècle par les Espagnols, mais sont restées jusqu'à présent inhabitées, sauf la colonie fondée par un M. Cobos sur l'île Chatham, la plus orientale du groupe, la moins hérissée de montagnes et dont la longueur est d'environ 40 kilomètres.

L'aspect de ces îles est repoussant. Ce sont des cônes volcaniques, dont le plus élevé, dans l'île d'Albermale, a plus de 1500 m. La flore des terrains bas est misérable; les hauteurs, plus humides, sous l'action de la pluie et des brouillards, sont garnies de grandes broussailles plutôt que d'arbres. La moitié des plantes sont particulières aux Galapagos; les autres proviennent des côtes du continent voisin.

Darwin dit fort bien que *l'aspect de cet archipel est la suprême expression de la stérilité et de la désolation*. Les rivages sont généralement couverts de blocs de lave, de cendres, de scories, tout cela de couleur noire. Cependant les îles les plus grandes présentent d'assez vastes espaces dont le sol est fertile, grâce à la décomposition de la lave par l'humidité. Le sucre, le café, les fruits des tropiques sont cultivés avec succès par M. Cobos. Il a même beaucoup de bétail. On pourrait comparer la fertilité et les productions de ces parties favorisées à celles des îles Sandwich.

L'île Cocos, plus rapprochée de la côte, est plus humide et moins aride que les Galapagos.

La faune est fort restreinte: quelques petits oiseaux terrestres, si familiers qu'on pourrait les prendre avec un

filet à papillon ou même son chapeau ; on voit en grand nombre des oiseaux aquatiques venant de l'Océan ; ils sont si peu farouches qu'ils se posent jusque sur le dos des mulets et même sur les épaules et les chapeaux des visiteurs. — Ajoutons quelques animaux domestiques abandonnés jadis et revenus à l'état sauvage : des ânes, des porcs, des chèvres, des moutons, des chats, des chiens, des poules.

A part beaucoup de chenilles, appartenant à un petit nombre d'espèces, il y a fort peu d'insectes. En revanche, quelques reptiles. Les tortues, autrefois si abondantes, ont disparu. Les requins pullulent sur les côtes.

La plupart de ces îles ont pour noyau un cratère central ou centre de soulèvement et d'éruption ; elles ont peu à peu augmenté d'étendue et d'élévation par des coulées de lave. Tous ces volcans paraissent éteints depuis 1836 ; à cette époque, il s'en échappait encore de la fumée.

M. BILLETER décrit l'analyse bactériologique de l'eau, telle qu'elle est exécutée au laboratoire cantonal. On se borne simplement à compter le nombre des microorganismes contenus dans un centimètre cube d'eau. Dans ce but, on fond 5 centimètres cubes environ de gélatine nutritive, dont la composition est bien connue ; on la verse dans un flacon d'Erlenmeyer, préalablement stérilisé ; on y introduit rapidement 1 centimètre cube d'eau, qu'on mélange intimement avec la gélatine de culture après avoir fermé le ballon avec de la ouate stérilisée, avant que le liquide ne se solidifie en se refroidissant. Au bout de 2 à 3 jours, chaque microorganisme, emprisonné et isolé dans la gélatine solide, a donné naissance à une colonie plus ou moins importante, représentée par une tache plus ou moins grande. Le nombre de ces taches représente approximativement celui des microorganismes contenus dans l'eau.

M. Billeter montre le panier du laboratoire cantonal, renfermant tout ce qui est nécessaire pour aller sur le

terrain recueillir l'eau et ensemercer la gélatine. Le nombre des ensemencements possibles avec le contenu de ce panier est de 18.

M. Billeter termine sa communication en donnant les résultats des analyses bactériologiques de l'eau de la Reuse et de différentes sources du Champ-du-Moulin; il signale notamment les sources de la Verrière et de Combe Garot, qui sont absolument stériles.

SÉANCE DU 13 MAI 1892

Présidence de M. BILLETER

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. HIRSCH qui, à plusieurs reprises et récemment encore, a entretenu la Société de l'importante question de l'augmentation de la température du sol avec la profondeur, revient sur ce sujet, à l'occasion du puits de sondage le plus profond qu'on ait foré jusqu'à présent en Allemagne, à *Schladebach*, dans le cercle de Merseburg, où l'on a atteint la profondeur de 1748^m,4.

Ne connaissant jusqu'à présent les faits qu'on y a observés que par le compte-rendu que M. le prof. Zundel en a donné dans le Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, M. Hirsch se borne pour aujourd'hui à citer brièvement les résultats principaux des observations thermométriques très soignées que les ingénieurs ont exécutées de 30 m. en 30 m. dans ce sondage, qui a traversé surtout une énorme couche de 1302^m,6 de vieux grès rouge.

Pour éviter l'influence perturbatrice des courants d'eau, on enfermait l'appareil thermométrique dans une colonne d'eau immobilisée entre deux tampons d'argile et on l'y laissait de 15 à 16 heures pour qu'il pût bien prendre la

température des couches. Afin de se mettre à l'abri de l'énorme pression qui rompaît souvent la colonne mercurielle des thermomètres, on les enferma dans une enveloppe en fer forgé, que la pression rendait complètement hermétique. Il y avait toujours dans l'appareil trois thermomètres superposés, dont on prenait la moyenne.

Eh bien, les observations de Schladebach ont montré que l'accroissement de température ne se ralentit pas avec la profondeur, comme M. Dunker s'était trop hâté de le conclure des observations beaucoup moins précises qu'on avait faites dans le puits de Sperenberg, dont la profondeur (1300 m.), autrefois la plus considérable, est loin d'atteindre celle du sondage de Schladebach. Au contraire, l'augmentation de la température suit ici avec une marche très constante, une progression arithmétique, de sorte qu'elle est représentée graphiquement par une ligne presque droite.

La température a été suivie jusqu'à 1716 m., où elle a atteint 56°,6; depuis la surface jusqu'à cette profondeur, elle augmente régulièrement de **1° par 36^m,87**. Cette valeur d'accroissement est un peu plus lente que la moyenne générale, qui est de *1° par 30 mètres* environ, mais on a trouvé dans d'autres régions, comme dans les mines de la Sibérie, à peu près le même chiffre, et cela beaucoup plus près de la surface (à 430 m.).

D'après les données de Schladebach, dont la température superficielle moyenne est à 6 m., où elle ne varie plus, de 10°,4, on peut représenter la marche de la température avec la profondeur *P* par la formule

$$t = 10^{\circ},4 + \frac{P - 6}{36,87}$$

On arrive ainsi, à la température où le fer et le basalte entrent en fusion (1600°), à la **profondeur de 60 km.**; ce chiffre, qu'il faut augmenter peut-être un peu en raison de la pression qui élève la température de fusion des corps, peut servir ainsi à évaluer, d'après nos connais-

sances actuelles, l'épaisseur de la croûte solide du globe terrestre. Si l'on voulait prendre, pour la température à la limite inférieure de cette croûte, la plus haute température de nos hauts-fourneaux, savoir 2800°, on arriverait à une épaisseur de 100 km. à peu près.

M. RITTER fait observer que des sondages exécutés en Amérique ont donné des chiffres très rapprochés de ceux qu'on a déduits des sondages européens.

M. BÉRANECK lit le résumé d'un travail entrepris par lui en commun avec M. le D^r VERREY. Il s'agit de démontrer que le réseau sanguin de la choroïde est susceptible d'entrer en turgescence avec la plus grande facilité sous l'influence d'une excitation lumineuse, et de rapprocher les cônes et bâtonnets du plan focal de l'œil d'une quantité variant de 80 à 112 microns. Les expériences exécutées par les auteurs de ce travail, dans le but de prouver directement la justesse de leur hypothèse, n'ont pas donné de résultats concluants. Par contre, la discussion des données de nombreuses expériences indirectes ne permet pas d'adopter une autre explication de ce mouvement que celle qu'ils donnent eux-mêmes. (Voir ce Mémoire, p. 49.)

SÉANCE DU 27 MAI 1892

Présidence de M. BILLETER

Après la lecture et l'adoption du procès-verbal, M. WEBER fait l'historique du développement des chemins de fer électriques. Le premier modèle date de 1834. Depuis l'invention des machines dynamo-électriques, l'utilisation économique des moteurs électriques est possible. M. Weber décrit et critique l'emploi des accumulateurs des lignes aériennes et souterraines, les différents systèmes actuellement en usage, et fait circuler de nombreuses photographies.

MM. RITTER et HIRSCH insistent sur l'importance de la connaissance complète de cette question pour Neuchâtel. En prenant une force de 600 chevaux aux Gorges de la Reuse, il est possible de doubler et même de quadrupler le nombre des trains du Jura-Neuchâtelois, tout en économisant 30 000 francs sur les frais actuels de traction.

M. SIRE présente un rameau en fleurs du *Sorbus latifolia* (Pers.), hybride des *S. Aria* et *S. Torminalis*. Cet hybride a été trouvé dans le Bois de l'Hôpital, au-dessus de Neuchâtel, entre les parents.

MM. LADAME et RUSS invitent la Société à visiter le plan incliné de Serrières et la nouvelle fabrique de chocolat. Cette invitation est acceptée avec remerciements, et la visite, fixée au 31 mai, a permis à ceux qui ont pu en profiter, d'admirer l'ingéniosité avec laquelle le plan incliné a été construit et le confort dont jouissent les ouvriers de la nouvelle fabrique de chocolat. M. BILLETER a exprimé les sentiments de tous les visiteurs en adressant de chaleureux remerciements à M. Russ, à l'issue de la réception qu'il a faite à la Société.

SÉANCE DU 40 JUIN 1892

Présidence de M. Paul GODET, vice-président

Le procès-verbal de la séance précédente est adopté.

La Société décide de se faire représenter à la réunion de la Société helvétique des sciences naturelles à Bâle, par MM. BILLETER et Paul GODET, avec M. TRIPET comme suppléant.

M. FAVRE présente un intéressant manuscrit de Léo Lesquereux, intitulé *Guide populaire des marais tourbeux*, 1842, qui a été trouvé dans les archives du Département des Finances, lors du transfert de celles-ci dans les locaux des archives cantonales.

Ce manuscrit n'a jamais été imprimé; mais on sait que le Conseil d'Etat avait demandé à Léo Lesquereux un ouvrage populaire sur l'exploitation des tourbières. Il répondit précisément par ce volumineux manuscrit qui fut jugé trop scientifique; il dut le résumer en une brochure de 60 pages, qui vit le jour.

Le manuscrit contient une histoire complète de la formation des tourbières, de leurs conditions d'existence, de leur mode d'accroissement et de leur exploitation rationnelle. Il est en outre accompagné de quelques planches très soigneusement exécutées, représentant les espèces de mousses croissant dans les marais tourbeux, et les machines servant à l'exploitation.

M. RITTER décrit le projet d'utilisation des forces motrices des cours d'eau du Jura français, dont il est l'auteur. Au moyen de barrages créant de vastes bassins qui serviront de réservoirs, M. Ritter compte disposer d'environ 15 000 chevaux de force, qu'il portera plus tard à 25 000 par des moyens qu'il ne peut encore développer. Il créera des usines électriques qui fourniront de lumière électrique, d'eau potable et de force motrice une centaine de localités, dont en particulier les Brenets et le Locle.

Les cours d'eau dont il s'agit sont la Loue, dont la source vaclusienne ne sera plus la seule attraction de cette jolie vallée, le Lizon et le Doubs. M. Ritter décrit ensuite les embellissements dont il compte doter la vallée de la Loue et le Saut-du-Doubs. Il invite la Société à visiter les gorges de la Loue, et cette question est renvoyée à l'étude du bureau. (Voir p. 101.)

M. F. TRIPET fait circuler quelques exemplaires de champignons conservés par la méthode de Herpell, dont il a entretenu naguère la Société.

LISTE

DES

OUVRAGES REÇUS PAR LA SOCIÉTÉ

du 1^{er} janvier au 31 octobre 1892.

Adelaïde (Sud-Australie). Royal Soc. of S.-A. — Transact. and Procud., vol. XIV, 2; XV, 1.

Albany. University of the state of New-York. — 1. State library. — Bull. : Legislation, n^o 2; — 2. New-York state Museum. — Bull., vol. I. 1; — 3. Ann. Report of the trustees, n^o 44.

Amiens. Soc. linnéenne du Nord de la France. — Bull. mensuel. T. IX.

Angers. Soc. d'études scientif. — Bull. 1890. XX^{me} année.

Annecy. Soc. florimontane. — Revue savoisienn. 32^{me} année, 11 et 12; 33^{me} année, 1-8.

Auvergne. Soc. des sc. hist. et natur. de l'Yonne. — Bull., vol. 45.

Bâle. Naturforsch. Gesellsch. — Verhandl., B. IX. 2; X, 1.

Bar-sur-Seine. Soc. d'apicult. de l'Aube. — Bull., n^{os} 124-127.

Beaune. Soc. d'hist., d'archéol. et de litt. — Mém., 1889.

Berlin. 1. K. Pr. Akad. d. Wissenschaften. — Sitzungsber., 1891, 41-53; 1892, 1-25.

2. Deutsche geolog. Gesellsch. — Zeitschrift. XLIII, 3 u. 4; XLIV, 1 u. 2.

Berne. 1. Naturf. Gesellsch. — Mittheil., 1891, n^{os} 1265-1278;

2. Commission géolog. suisse. — Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz, 16. u. 25. Liefer.

3. Centralkomm. für schweiz. Landeskunde. — Ber. über den Stand der Arbeit an der Bibliographie der Schweizer Landeskunde, Ende März 1892 u. Protokoll der Plenarsitzung vom 26. März 1892.

- Besançon.* Soc. d'Emulation du Doubs. — Mém., 6^{me} série, vol. 5.
- Béziers.* Soc. d'étude des. sc. natur. — Bull., vol. XIII.
- Bonn.* Naturhist. Verein der preuss. Rheinlande u. Westfalens. — Verhandl., Jahrg. 48. 2. Hälfte.
- Bordeaux.* 1. Soc. linnéenne. — Actes. XLIII. sér. 5, T. III.
2. Soc. des sc. phys. et natur. — Mém., sér. 3, T. V. 2 et Appendice au T. V.
- Bremen.* Naturwissenschaftl. Verein. — Abhandl., B. XII, 2.
- Brest.* Soc. académique. — Bull., 2^{me} sér., T. XVI.
- Brünn.* Naturforsch. Verein. — 1. Verhandl., XXIX; — 2. Meteorolog. Comm., IX. Ber.
- Bruzelles.* 1. Soc. royale malacolog. de Belgique. — 1. Annales, T. XXV; — 2. Procès-verb., T. XIX, p. LXXXIX-CXVI; T. XX, p. I-LV.
2. Soc. entomolog. de Belgique. — Annales, T. XXXV.
3. Soc. belge de microscopie. — Bull., 18^{me} année. 3, 4, 6 et 7.
- Budapest.* 1. K. Ungar. geolog. Anstalt. — 1. Jahresber. für 1890; — 2. Mittheil. aus dem Jahrb., B. IX, 6.
2. Földtani Társulat. — Földtani Közlöny. XXI. 4-12; XXII. 4-4.
- Buffalo.* Soc. of. natur. sciences. — Bull. V, 3.
- Caen.* Soc. linnéenne de Normandie. — Bull., 4^{me} série, vol. 4.
- Calcutta.* Geolog. Survey of India. — 1. Mem., Palæontologia Indica, ser. XIII, vol. IV, 2; — 2. Mem., vol. XXIII; 3. Records, vol. XXIV, 4; XXV, 1-3.
- Cambridge* (Etats-Unis). Museum of comparat. Zoölogy. — Bull., XVI, 10; XXII, 1, 3, 4; XXIII, 1-3.
- Catane.* Accad. gioenia di sc. natur. — 1. Atti, ser. 4, vol. III; — 2. Bull. mensile, fasc. 23-25.
- Charleroy.* Soc. paléontolog. et archéolog. — Documents et rapports, T. XVIII.
- Cherbourg.* Soc. nation. des sc. natur. et mathém. — Mém., T. XXVII.
- Coimbre.* Soc. Broteriana. — Bol., VIII, 2-4; IX, 1-3.
- Coire.* Naturf. Gesellsch. Graubündens. — Jahresber. B. XXXV.
- Colmar.* Soc. d'hist. natur. — Bull., nouv. série, T. I.

- Dax.* Soc. de Borda. — Bull., 1891, 1-3.
- Dresden.* Naturw. Gesellsch. Isis. — Sitzungsber. u. Abhandl., 1891, Juli-December.
- Dublin.* Royal Irish Academy. — 1. Cunningham Memoirs. n^o VII; — 2. Transact., vol. XXIX, p. 17-19; — 3. Proceed., 3^d ser., vol. II, 2.
- Düsseldorf.* Naturwiss. Verein. — Mittheil., 2. Heft.
- Edimbourg.* Royal phys. Soc. — Proceed., 1890-91.
- Epinal.* Soc. d'Emulation des Vosges. — Annales, 1891 et table alphabét. 1825-1859.
- Erlangen.* Phys.-Medicin. Soc. — Sitzungsber., 24. Heft.
- Florence.* Soc. entomolog. italiana. — Bull., an. 23^o e 24^o. I e II.
- Frankfurt a.-M.* Senckenberg. naturf. Gesellsch. — Abhandl., B. XVII.
- Fribourg.* Soc. fribourg. des sc. natur. — Bull., 1887-1890.
- Genève.* 1. Soc. de phys. et d'hist. natur. — Mémoires. vol. supplémentaire : Centenaire de la Société, 1891.
2. Institut nation. genev. — Bull., T. XXXI.
- Graz.* Naturwissenschaftl. Ver. für Steiermark. — Mittheil., 1890.
- Greifswald.* Naturwissenschaftl. Ver. für Neu-Vorpommern u. Rügen. — Mittheil., 23. Jahrg.
- Grenoble.* Facultés de droit. sc., lettres et Ecole de méd. — Annales de l'enseignement supérieur, T. I. II. III, IV, 1.
- Gustrow.* Ver. der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg. — Archiv. 45. Jahrg.
- Halifax.* Nova Scotian Institute of science. — Proceed. a. Transact., 2^d ser., vol. I, 1.
- Halle a.-S.* K. Leopold.-Carol. deutsche Akad. der Naturforscher. — Leopoldina, 27. Heft.
- Hanovre.* Naturhist. Gesellsch. — 40. u. 41. Jahresber.
- Harlem.* Soc. holland. des sc. — Archives néerland. des sc. exactes et natur., T. XXVI, 1, 2 et 5.
- Havre.* Soc. géolog. de Normandie. — Bull., T. XIII.
- Innsbruck.* Ferdinandeum für Tyrol u. Vorarlberg. — Zeitschrift, 3. Folge, 35. Heft.

- Kiel*. Naturwissenschaftl. Ver. für Schleswig-Holstein. — Schriften. B. IX. 2.
- Kœnigsberg*. Physikal.-ökonom. Gesellsch. — Schriften. 32. Jahrg.
- La Haye*. Gouv. néerlandais. — Die Triangulation von Java. 3. Abtheil.: bearbeit von Dr J. A. C. Oudemans.
- Lausanne*. 1. Soc. vaudoise des sc. natur. — Bull., 3^{me} sér., vol. XXVII, 105; XXVIII, 106 et 107.
2. Soc. géolog. suisse. — Recueil périod., vol. III, 1 et 2.
- Lawrence* (Kansas). University of Kansas. — Quarterly, vol. I. 1.
- Leipzig*. Zoolog. Anzeiger, nos 366-380.
- Liège*. 1. Soc. royale des sc. — Mém., 2^{me} sér., T. XVII.
2. Soc. géolog. de Belgique. — Annales, T. XIX, 1 et 2.
- Lille*. Soc. géolog. du Nord. — Annales, T. XVII et XVIII.
- Londres*. 1. Royal Soc. — Proceed., L. 303-308; LI. 309-313.
2. Zoolog. Soc. — 1. Proceed. for the year 1891, part. IV; 1892, part. I; — 2. Index 1881-1890; — 3. Transact., vol. XIII. 4.
- Lund*. Universit. Lundensis. — Acta. T. XXVII. 2.
- Luxembourg*. Soc. des natural. luxembourg. — « Fauna », 1892, 1.
- Lyon*. Soc. linnéenne. — Annales, T. 35-38.
- Madison* (Etats-Unis). Wisconsin Academy of sc., arts a. letters. — Transact., vol. VIII, 1888-91.
- Madrid*. Observatorio de Madrid. — Resumen de las observac. meteorolog. efect. en la peninsula, 1889.
- Magdebourg*. Naturwissenschaftl. Verein. — Jahresber. und Abhandl., 1891.
- Marseille*. Faculté des sciences. — Annales. T. I.
- Minneapolis*. Minnesota Acad. of natur. sc. — Bull., vol. III. 2.
- Montpellier*. Acad. des sc. et lettres. — Mém.; sciences, T. XI, 2; Médecine, T. VI, 2.
- Montréal*. Royal Soc. of Canada. — Proceed. a. Transact., vol. IX.
- Moscou*. Soc. impér. des naturalistes. — Bull., 1891, 2-4; 1892. 1.

Mulhouse. Soc. industrielle. — 1. Bull., 1891, oct. à déc., et Bull. spécial : 1892, janv. à sept. : — 2. Programme des prix proposés pour 1892 et 1893 ; — 3. Le transport de la force par l'électricité : quelques-unes de ses applications récentes. Conférence par M. C. Pierron.

Nancy. Soc. des sciences. — Bull., sér. 2, X, 24.

Neuchâtel. 1. Observatoire cantonal. — Catalogue d'étoiles lunaires, par le Dr J. Hilfiker.

2. Soc. helvét. pour l'échange des plantes. — Catalog. des plantes distribuées en 1890 et 1891.

New-Haven. American Journ. of sciences. vol. XXXVIII, 228 ; XLIII, 253-258 ; XLIV, 259-261.

New-Orleans. Acad. of sciences. — Annals. IV, Index : V, 4-8.

Nîmes. Soc. d'étude des sc. natur. — Bull., 19^{me} ann., 1-3.

Offenbach a.-M. Verein für Naturkunde. — 29-32. Ber.

Orléans. Soc. d'agricult., sc., belles-lettres et arts. — Mém., T. XXX, 4 ; XXXI, 1.

Padoue. 1. Soc. Veneto-Trent. di sc. natur. — Bull., T. V, 2.

Paris. 1. Soc. zoolog. de France. — Bull., T. XVI, 3-8.

2. Soc. géolog. de France. — Bull., T. XVII, 10 ; XVIII, 9 ; XIX, 4-10.

3. Ecole Polytechnique. — Journal, 60^e cahier.

Philadelphie. Acad. of natur. sc. — 1. Proceed., 1890. II : 1891, III ; 1892. I.

2. Geolog. Surrey of Pennsylvania. — 1. Dictionary of fossils. vol. II a. III : — 2. Seventh rep. on the oil a. gas fields of western Pennsylvania for 1887-88. 15 : — 3. Rep. of progress F³, 1888-89 ; — 4. Atlas western middle Anthracite field, part. III, AA ; — 5. Atlas northern Anthracite field, part. VI, AA ; — 6. Atlas southern Anthracite field, part. III, AA ; part. IV, AA.

Pise. Soc. toscana di sc. natur. — Atti. 1. Mem., T. VI, fasc. 3^o e ultimo ; — 2. Proc. verb., VII, fol. 199-234 ; VIII, fol. 1-84.

Porrentruy. Soc. jurassienne d'Emulation. — Actes. ann. 1890. 2^{me} sér., vol. III.

Portland. Soc. of natur. history. — The Portland catalogue of Maine plants.

- Rochelle (La)*. Soc. des sc. natur. de la Charente-Infér. — Annales, T. 27.
- Rochester (N.-Y)*. Academy of science. — Proceed, vol. 1, broch. 1 a. 2.
- Rome*. 1. Reale Accad. dei Lincei. — 1. Atti. ser. 5: Rendiconti. 1891, 2^o sem., vol. VII. 12; 1891, 1^o sem., vol. I, 1-12; 2^o sem., vol. I, 1-5. — 2. Rendiconto dell'adunanza solenne del 5 Giugno 1892.
2. R. Comit. geolog. d'Italia. — Boll., XXII, 1-4.
3. Società romana per gli studi zoologici, vol. I, 1-5.
4. Ufficio centr. meteorolog. e geodinamico italiano. — Annali, ser. 2^a, vol. IX; X, 1-4; XI, 3.
5. Musée de géologie de l'Université. — Rassegna delle scienze geologiche in Italia. — Anno I, fasc. 1-4.
6. Biblioth. nazion. centr. Vittorio-Emmanuele. — Boll. delle opere moderne straniere. vol. V, 5-12; VI, 10 e 12; VII, 13-15, 17-21.
- Rouen*. Soc. libre d'Emulation de la Seine-Infér. — Bull. 1890-91.
- Saint-Dié*. Soc. philomat. vosgienne. — Bull., 17^{me} ann.
- Saint-Gall*. Naturwissenschaftl. Gesellsch. — Ber., 1889-90.
- Saint-Louis*. Missouri botan. Garden. — Second ann. report.
- Saint-Petersbourg*. 1. Acad. impér. des sc. — 1. Mém., T. XXXVIII, 4-8, 11-13; XXXIX, — 2. Mélanges mathém. et astron. tirés du Bull. T. VII. 1; T. XIII. 1.
2. Horto Petropolitani. — Acta. T. XI, 2.
- San-Francisco*. California Acad. of sc. — Proceed., 2th ser., vol. III. 1.
- Soleure*. Naturforsch. Gesellsch. — Ber. für 1889-90 u. 1890-91.
- Stockholm*. 1. Institut royal géolog. de Suède. — 6 cartes.
2. Entomolog. Tidskrift. — Arg. 12, h. 1-4.
- Stuttgart*. Ver. für vaterländ. Naturkunde in Württemberg. — 48. Jahresheft.
- Sydney*. Royal Soc. of N.-S. Wales. — Journ. and Proceed., XXV.
2. Australian Museum. — Ann. report of the trustees for 1890.
- Trenton (N.-J.)*. Natur. hist. Society. — Journal, vol. II, n^o 2, January 1891.

Trieste. 1. Soc. adriatica dei sc. natur. — Boll. XIII. 1 e 2.

2. Osservatorio maritt. — Rapp. ann., 1889.

Tromsö. Museum. — Aarshefter. 14.

Turin. 1. Reale Accad. delle sc. — Atti, T. XXVII. 1-15.

2. Reale Osservatorio astron. di Torino. — 1. Pubblicazioni. n° 1 : Azimut assoluto del segnale trigonometr. di Monte Vesco sull'orizzonte di Torino, dal D^r Fr. Porro; — 2. Di un notevole tipo isobarico subalpino, dal D^r Rizzo; — 3. Variazioni prodotte dal calore in alcuni spettri d'assorbimento, dal D^r Rizzo. — 4. Effemeridi del Sole e della Luna per l'orizzonte di Torino e per l'anno 1892. di T. Aschieri.

Venise. Notarisia : Commentar. phycolog. generale. — Anno 1891, 27 e 28; vol VII, 29-31.

Vienne. 1. K. u. k. geolog. Reichsanstalt. — 1. Jahrb., B. XLI, 2 u. 3; XLII, 1. — 2. Verhandl., 1891. 14-18; 1892. 1-5. — 3. Abhandl., B. XVII. 2.

2. K. Akad. der Wissenschaften. — Sitzungsber. : 1. Abtheil., B. C, 1-7; 2. Abtheil. a) B. C, 1-7; b) B. C, 1-7; 3. Abtheil., B. C, 1-7.

3. K. k. zoolog. botan. Gesellsch. — Verhandl., B. XLI, 3. u. 4; XLII, 1 u. 2.

4. Verein zur Verbreit. naturwissenschaftl. Kenntnisse. — Schriften, B. XXXI.

Washington. 1. Smithon. Inst. — 1. Miscellan. collections. XXXIV; — 2. U.-S. natur. museum. — Bull. n°s 41 a. 42; — 3. Ann. report of the board of regents, for 1889 a. 1890; — 4. Bureau of Ethnology : a) Omaha a. Ponka letters; b) Catalog. of prehistoric works east of the rocky mountains; c) Bibliography of the Algonquian languages, by J.-E. Pilling.

2. Departm. of the interior. — 1 U.-S. Geolog. Survey. — Bull., n°s 62. 63. 67-81; — 2. Tenth. ann. rep. 1888-89, part. I a. II. — 3. U.-S. geogr. a. geolog. Survey of the rocky mountains region : The cegika language.

3. Departm. of agriculture : Rep. of the secretary, 1890.

4. U.-S. Coast a. geodetic Survey. — Rep. of the superintendent for 1890. I a. II.

5. U.-S. Naval Observatory. — Observations made during the years 1887 a. 1891.

- Wurzburg.* Physik.-Medicin. Gesellschaft. — Sitzungsber., Jahrg. 1891.
- Yale.* Observatory of Yale University. — Report to the President a. fellows by the board of managers, 1889-92.
- Zurich.* Naturforsch. Gesellschaft. — Vierteljahrschrift. 36. Jahrg., 3 u. 4; 37. Jahrg. 1 u. 2.
- Zwickau.* Ver. für Naturkunde. — Jahresber., 1891.

OUVRAGES REÇUS DE DIVERS SAVANTS

- Barbey, W.* — *Cypripedium Calceolus* $\times$ *macranthos*.
- Capanni, D.-V., prof.* — Nuovo microbo nel baco da seta e il platygaster del *Bombix Mori*.
- Marcou, J., prof.* — 1. The lower a. middle taconic of Europe a. north America. — 2. Geology of the environs of Quebec, with map a. sections. — 3. The mesozoic series of New Mexico. — 4. Biographical notice of Ebenezer Emmons.
- Omboni, Giov., prof.* — Frutto fossile di Pino. da aggiungersi alla flora del Veneto.
- Renévier, E.* — 1. Notice biograph. sur Gustave Maillard. — 2. Rapp. ann. 1891. des musées d'histoire naturelle de Lausanne.
- Saint-Lager, Dr.* — 1. La priorité des noms de plantes. — 2. Considérations sur le polymorphisme de quelques espèces du genre *Bupleurum*; — 3. La guerre des Nymphes. suivie de la nouvelle incarnation de Buda.
- Stolpe, Dr. Hjalmar.* — Entwicklungserscheinungen in der Ornamentik der Naturvölker.
- Wuilleumier, H^{ri}.* — Recherches expérimentales sur l'influence exercée par le milieu ambiant dans les phénomènes d'induction électro-dynamique.



TABLE DES MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DU TOME XX

	Pages
<i>Léon Du Pasquier.</i> — La conservation des blocs erratiques	3
<i>Henri-A. Junod.</i> — Sur quelques larves inédites de Rhopalocères sud-africains	18
<i>Léon Du Pasquier.</i> — Sur les limites de l'ancien glacier du Rhône le long du Jura	32
<i>Arthur de Jaczewski.</i> — La méthode de Herpell pour la création d'un herbier des champignons Hyménomycètes	44
<i>Ed. Béraneck et L. Verrey.</i> — Sur une nouvelle fonction de la choroïde	49
<i>H. Albrecht.</i> — De l'oxyhémoglobine et de son dosage approximatif	93
<i>G. Ritter.</i> — Les forces motrices du Jura	101
<i>L. Favre.</i> — Les chaudières à vapeur dans le canton de Neuchâtel en 1890	111
<i>L. Isely.</i> — Application du principe de dualité à l'étude des trièdres	118
<i>A. Jaccard.</i> — Contributions à l'étude du terrain erratique dans le Jura	124
<i>L. Favre.</i> — Charles-Guillaume Kopp, professeur (notice biographique)	146
<i>Commission des blocs erratiques.</i> — Circulaire	153
Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal au département de l'Industrie et de l'Agriculture sur le concours des chronomètres observés pendant l'année 1891. <i>Ad. Hirsch.</i> Appendice I.	
Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal à la Commission d'inspection pour les années 1890 et 1891. <i>Ad. Hirsch.</i> Appendice II.	
Procès-verbal de la 35 ^{me} séance de la Commission géodésique suisse. <i>Ad. Hirsch.</i> Appendice III.	

TABLE DES MATIÈRES

des Procès-Verbaux des Séances

A. AFFAIRES ADMINISTRATIVES

	Pages
Nomination du Bureau pour l'exercice 1891-92	156
Echange de publications accepté avec le Musée géologique de Rome et la Société d'histoire naturelle d'Autun	158
Nomination de deux membres de la Commission des blocs erratiques	160
Réception de membres actifs	160, 162, 163
Propositions de la Commission des blocs erratiques ratifiées par la Société	162, 164
Nomination de M. Henri-A. Junod comme membre correspondant	163
Comptes de l'exercice 1889-1890 acceptés par la Société	163
Décision relative aux publications échangées, qui seront déposées pendant trois mois à l'Académie et mises à la disposition des sociétaires	163
Résultat de la souscription ouverte pour l'acquisition du bloc de Mont-Boudry	164
M. Pierre de Meuron est nommé correspondant des <i>Archives des sciences physiques et naturelles</i>	165
Nomination de délégués à la session de la Société helvétique des sciences naturelles à Bâle	185
Liste des ouvrages reçus par la Société, du 1 ^{er} janvier au 31 octobre 1892	187

B. TRAVAUX SCIENTIFIQUES

1. ASTRONOMIE ET PHYSIQUE DU GLOBE

Sur les livraisons 9 et 10 du Nivellement de précision de la Suisse. <i>Ad. Hirsch</i>	160
Compte-rendu de la Conférence géodésique internationale tenue à Florence en 1891. <i>Ad. Hirsch</i>	161

Résultats provisoires de la mission envoyée à Honolulu par l'Association géodésique internationale pour étudier la variation des latitudes. <i>Ad. Hirsch</i> . . .	174
Sur le mouvement de la colline du Mail pendant les dernières années. <i>Ad. Hirsch</i>	175
Sur la marche de la pendule Hipp. <i>Ad. Hirsch</i>	176
Sur l'augmentation de la température du sol avec la profondeur, dans le puits de sondage foré à Schladebach. <i>Ad. Hirsch</i>	182

2. MATHÉMATIQUES

Le principe de dualité appliqué à l'étude des trièdres. <i>L. Isely</i>	159
---	-----

3. PHYSIQUE

Câbles électriques fabriqués à Cortaillod et destinés au transport des courants à haute tension. <i>A. Bellenot</i>	167
Sur les chemins de fer électriques. <i>R. Weber</i>	184
Observation de M. <i>Ritter</i>	185

4. CHIMIE

Recherche de la pyridine dans les spiritueux fabriqués avec de l'alcool dénaturé. <i>O. Billeter</i>	156
--	-----

5. GÉOLOGIE

Exposé du plan à suivre pour conserver les blocs erratiques du Jura neuchâtelois. <i>Léon Du Pasquier</i> . .	160
Sur les limites du glacier du Rhône le long du Jura. <i>Léon Du Pasquier</i>	165
Circulaire et questionnaire adressés au public par la Commission des blocs erratiques. <i>Léon Du Pasquier</i>	171
Notice sur les anciens glaciers du Jura. <i>A. Jaccard</i> (lue par M. <i>L. Du Pasquier</i>)	173
Observations de MM. <i>Du Pasquier</i> et <i>Ritter</i>	173

6. BOTANIQUE

Méthode de Herpell pour la formation d'un herbier des champignons hyménomycètes. <i>A. de Jacewski</i> (lu par M. <i>F. Tripet</i>)	158
--	-----

Fixation des spores de champignons sur une feuille de papier. <i>L. Favre</i>	159
Présence au-dessus de Neuchâtel du <i>Sorbus Aria</i> $\times$ <i>terminalis</i> . <i>E. Sire</i>	185

7. ZOOLOGIE

Réflexions sur un manuscrit de M. L. Perrot concernant les poissons des lacs de Neuchâtel. Morat et Bienne. de la Reuse et du Doubs. <i>Pierre de Meuron</i>	157
Présence de la Scutigère (<i>Scutigera coleoptrata</i>) à Neuchâtel. <i>Paul Godet</i>	157
Larves inédites de Rhopalocères sud-africains par <i>H.-A. Junod</i> (lu par M. <i>Paul Godet</i>)	163
Actinies en captivité et moyen de les conserver vivantes. <i>A. Cornaz</i>	168
Observation de M. <i>C. Philippin</i>	169

8. PHYSIOLOGIE

Sur une nouvelle fonction de la choroïde. <i>Ed. Béraneck</i> et <i>L. Verrey</i>	184
---	-----

9. MÉDECINE

Sur un nouvel hémomètre. <i>H. Albrecht</i>	161
Accidents dynamiques consécutifs aux catastrophes de chemins de fer. <i>G. Borel</i>	164
Observation de M. <i>Béraneck</i>	164
Sur l'hystérie chez l'homme adulte. <i>G. Borel</i>	169

10. DIVERS

Phénomènes produits par l'avancement des séraes du Mont-Colon et leur chute contre le glacier d'Arolla. <i>Al. Perrochet</i>	161
Sur la station centrale d'électricité à Cologne. <i>A. Belenot</i>	162
Les chaudières à vapeur du canton en 1890. <i>L. Favre</i>	162
Notice nécrologique sur Charles-Guillaume Kopp. <i>L. Favre</i>	165
Expertise d'une chaudière à vapeur des environs de Neuchâtel. <i>L. Favre</i>	166

Dragages de M. Alex. Agassiz dans l'Océan Pacifique. <i>L. Favre</i>	177
L'analyse bactériologique de l'eau au laboratoire cantonal. <i>O. Billeter</i>	181
Le plan incliné de Serrières et la nouvelle fabrique de chocolat. <i>H. Ladame</i> et <i>C. Russ</i>	185
Sur un manuscrit inédit de Léo Lesquereux concernant l'exploitation des tourbières. <i>L. Favre</i>	186
Projet d'utilisation des forces motrices des cours d'eau du Jura français. <i>G. Ritter</i>	186



RAPPORT DU DIRECTEUR

DE

L'OBSERVATOIRE CANTONAL

DE NEUCHÂTEL

AU

DÉPARTEMENT DE L'INDUSTRIE ET DE L'AGRICULTURE

sur le

CONCOURS DES CHRONOMÈTRES

OBSERVÉS

PENDANT L'ANNÉE 1890



CHAUX-DE-FONDS

IMPRIMERIE SAUSER & HÆFELI

1891

RAPPORT

SUR LE

CONCOURS DES CHRONOMÈTRES

OBSERVÉS EN 1890

A

L'OBSERVATOIRE DE NEUCHÂTEL



MONSIEUR LE CONSEILLER D'ÉTAT.

Ainsi que je l'ai prévu dans mon dernier rapport, l'année 1890, qui a suivi l'exposition de Paris, nous a apporté moins de chronomètres à l'Observatoire, mais leur construction et leur réglage, auquel les fabricants ont pu consacrer plus de temps, ont repris la marche ascendante de perfection, du moins sous certains rapports essentiels : non seulement le réglage des positions et de la compensation s'est amélioré, mais la variation diurne de la marche, qui, l'année dernière, s'était élevée à 0^s,55 s'est rapprochée un peu de la demi-seconde. Et si la classe D, qui comprend cette

fois encore 44⁰/₀ de tous les chronomètres observés, n'avait pas trop influencé la moyenne générale, la variation des trois premières classes n'ascendrait qu'à 0^s,49.

D'un autre côté, nous devons signaler de nouveau le fait regrettable que la proportion des chronomètres présentés, qui n'ont pas pu obtenir de bulletin, est de nouveau très forte, plus forte même que précédemment, puisqu'ils forment cette fois presque le tiers de toutes les pièces soumises à l'épreuve. Il est certainement fâcheux que les fabricants ne s'assurent pas mieux de la marche des chronomètres, avant de les envoyer à l'Observatoire, puisqu'ils possèdent des moyens très précis de contrôle, attendu que l'heure de l'Observatoire est transmise tous les jours par le télégraphe dans tous les centres de fabrication quelque peu importants, et que les principaux possèdent même dans les rues des horloges électriques qui indiquent l'heure exacte, corrigée tous les jours d'après le signal de l'Observatoire.

Le tableau statistique suivant montre, depuis 1880 à 1890, à la fois le nombre des chronomètres présentés et de ceux qui ont obtenu des bulletins.

ANNÉES	Chronomètres présentés	Bulletins délivrés	Chronomètres renvoyés sans bulletin
1880	170	134	21 %
1881	270	228	16
1882	306	234	23
1883	503	383	24
1884	346	269	22
1885	459	326	29
1886	324	237	27
1887	341	238	30
1888	346	262	24
1889	471	335	29
1890	290	201	31

Comme toujours, la plupart des chronomètres retournés (52) l'ont été pour cause de variations diurnes trop fortes, dépassant 2^s : 5 n'étaient pas réglés assez près du temps moyen, leur marche diurne dépassant 10^s : 4 n'étaient pas suffisamment compensés : 6 se sont arrêtés pendant l'épreuve : enfin, 22 ont été repris par les fabricants avant la fin de l'épreuve, soit pour retoucher le réglage, soit pour d'autres motifs.

Dans les tableaux statistiques et les études des différents éléments essentiels, qui vont suivre, nous faisons naturellement abstraction des pièces échouées et nous ne considérons que les 201 chronomètres qui ont reçu des bulletins.

En ce qui regarde d'abord leur provenance, ils se répartissent entre 7 localités du canton de la manière suivante :

<i>Chaux-de-Fonds</i>	a envoyé	104	chronomètres	=	52	‰
<i>Locle</i>	»	59	»	=	29	»
<i>Brenets</i>	»	16	»	=	8	»
<i>Ponts</i>	»	8	»	=	4	»
<i>Neuchâtel</i>	»	8	»	=	4	»
<i>Fleurier</i>	»	5	»	=	2,5	»
<i>Buttes</i>	»	1	»	=	0,5	»

201 chronomètres = 100 ‰

Cette fois encore, c'est donc la Chaux-de-Fonds qui a envoyé le plus grand nombre de pièces, un peu plus de la moitié, tandis que le Locle en a présenté, comme l'année dernière, à peine le tiers. En entrant dans les détails, on trouverait de nouveau que cette supériorité du nombre en faveur de la Chaux-de-Fonds provient surtout des montres de la classe D, envoyées en grande partie par cette localité, tandis que les chronomètres de marine proviennent tous, et les chronomètres de poche de la classe B, principalement du Locle. La troisième place est occupée cette fois par les Brenets, où la chronométrie paraît se développer de plus en plus.

Quant à la répartition des chronomètres dans les différentes classes, elle est proportionnellement à peu près la même que les années précédentes, comme on le voit par le rapprochement suivant :

CLASSES	1890	1889	1888	1887
A. Chronomètres de marine, observés pendant 2 mois . . .	10	5	12	8
B. Chronomètres de poche, observés pendant 6 semaines, en 5 positions	39	54	42	27
C. Chronomètres de poche, observés pendant 1 mois, en 2 positions	64	93	61	74
D. Chronomètres de poche, observés pendant 15 jours, à plat et à la température ambiante . .	88	183	147	129
Total . . .	201	335	262	238

On constate cependant le fait réjouissant que le nombre des chronomètres de marine s'est élevé de nouveau jusqu'à 10. que celui des chronomètres de poche de 1^{re} classe a sensiblement augmenté, arrivant jusqu'à 20 ‰. Et cela, sans que la qualité de ces chronomètres ait diminué; au contraire, car pour les montres marines d'abord, voici les variations qui caractérisent la perfection de leur marche dans les derniers quatre ans :

Chronomètres de marine	Variation moyenne diurne	Variation par 1 ^o	Différence de marche entre les semaines extrêmes
1887	$\pm 0^s,17$	$\pm 0^s,086$	1 ^s ,75
1888	0,15	0,042	0,84
1889	0,14	0,032	0,72
1890	0,12	0,059	0,75

Pour le principal de ces éléments, la variation diurne, un rapprochement analogue, établi dans le tableau suivant, pour les quatre classes, fait voir que ce ne sont que les chronomètres observés pendant un mois, dont la variation ait un peu augmenté, par rapport à l'année dernière.

CLASSE	1890	1889	1888	1887	1886	1885
A.	+ 0 ^s ,12	+ 0 ^s ,14	+ 0 ^s ,15	+ 0 ^s ,17	+ 0 ^s ,17	+ 0 ^s ,22 ₅
B.	0,50	0,54	0,49	0,49	0,49	0,46 ₅
C.	0,53	0,50	0,47	0,51	0,53	0,56 ₅
D.	0,58	0,59	0,55	0,55	0,51	0,59
Total	+ 0 ^s ,53	+ 0 ^s ,55	+ 0 ^s ,50 ₅	+ 0 ^s ,52	+ 0 ^s ,50	+ 0,56 ₅

Si nous envisageons maintenant l'influence des principaux organes de la montre sur la régularité de la marche et la perfection du réglage, nous retrouvons en général les résultats que nous avons eu lieu de constater dans nos rapports antérieurs, tout en étant obligé de relever quelques faits particuliers ou de légères modifications des règles observées.

Ainsi, quant aux différents genres d'échappements, nous mentionnons d'abord qu'à côté des quatre échappements employés ordinairement dans l'horlogerie de précision, nous avons eu cette fois un chronomètre à observer, muni du nouvel échappement libre inventé par M. Kaiser, qui a donné un résultat assez satisfaisant, sa variation moyenne étant de + 0^s,64, ce qui reste cependant sensiblement au-dessous des moyennes des autres échappements, comme on le verra par les chiffres suivants :

107 chron.	à ancre = 53 0/0,	ont donné la variation moyenne de	1 0 ^s ,53
78 »	à bascule = 39 »	»	± 0,57
10 »	à ressort = 5 »	»	± 0,16
5 »	à tourbillon = 2 »	»	± 0,48
1 »	à échappement Kaiser a	»	± 0,64
201 chronomètres		ont donné la variation moyenne générale de	1 0 ^s ,53

Bien que les chronomètres à ancre soient encore les plus nombreux, leur proportion a un peu diminué, tandis que l'échappement à bascule a été relativement employé plus souvent (39 0/0 au lieu de 26 0/0 en 1889). Comme toujours, l'échappement à ressort, appliqué surtout aux chronomètres de marine, montre la plus faible variation; celui à ancre, la valeur moyenne, et celui à bascule (abstraction faite de la seule pièce munie de l'échappement Kaiser) la plus forte variation diurne. Les 5 chronomètres à tourbillon donnent en moyenne une variation plus forte que dans les années précédentes, mais qui reste cependant au-dessous de la moyenne générale.

Voici d'ailleurs le tableau statistique qui résume les variations observées dans les 29 années consécutives, chez les chronomètres munis des divers échappements :

Variation diurne d'après le genre de l'échappement.

ANNÉES	ÉCHAPPEMENT à				Moyenne de l'année
	Ancre	Bascule	Ressort	Tourbillon	
1862	1 ^s ,51	1 ^s ,80	1 ^s ,02	2 ^s ,30	1 ^s ,61
1863	1,39	1,28	1,37	0,64	1,28
1864	1,14	1,47	1,17	0,66	1,27
1865	0,89	1,01	0,70	0,42	0,88
1866	0,67	0,73	1,01	0,35	0,74
1867	0,70	0,61	0,74	0,52	0,66
1868	0,57	0,56	0,66	0,29	0,57
1869	0,61	0,58	0,60	0,55	0,60
1870	0,53	0,62	0,52	0,40	0,54
1871	0,56	0,53	0,47	0,56	0,55
1872	0,53	0,46	0,54	0,58	0,52
1873	0,62	0,63	0,56	0,72	0,62
1874	0,54	0,52	0,48	0,60	0,53
1875	0,46	0,47	0,17	0,49	0,46
1876	0,54	0,53	0,53	0,24	0,53
1877	0,51	0,59	0,25	0,52	0,51
1878	0,62	0,56	0,32	0,58	0,60
1879	0,66	0,59	0,22	0,35	0,61
1880	0,50	0,51	0,28	—	0,49
1881	0,53	0,55	0,25	0,38	0,52
1882	0,52	0,66	0,78	0,43	0,55
1883	0,56	0,50	0,43	0,35	0,54
1884	0,60	0,55	0,21	0,33	0,58
1885	0,57	0,57	0,38	0,39	0,57
1886	0,51	0,51	0,22	0,29	0,50
1887	0,52	0,57	0,33	0,32	0,52
1888	0,52	0,54	0,20	0,42	0,50 ⁵
1889	0,55	0,58	0,26	0,42	0,55
1890	0,53	0,57	0,16	0,48	0,53
Variation moyenne des 29 ans (1862-1890)	0 ^s ,565	0 ^s ,629	0 ^s ,519	0 ^s ,545	0 ^s ,576
donnée par le nombre de chronomètres . .	3832	1205	261	125	5423

En examinant ce tableau, on s'aperçoit que les résultats de 1890 restent, non seulement pour tous les genres de chronomètres, supérieurs aux moyennes de toute la série des 29 ans, mais qu'ils sont meilleurs aussi que ceux de l'année précédente, sauf pour les montres à tourbillon, dont une seule du reste, avec une variation de $+1^s$ a déprimé le rang ; car si on la laisse de côté, la variation moyenne des 4 autres est ramenée à $+0^s.35$, c'est-à-dire aux valeurs des meilleures années, montrées par ce bel échappement, qui figure du reste, comme on le verra, avec honneur, dans la liste des chronomètres couronnés.

Passant aux différents genres de spiraux, nous constatons de nouveau la supériorité incontestable des spiraux à courbes terminales de Phillips, aussi bien pour la fréquence de leur emploi — car, comme en 1889, 72 % de tous les chronomètres observés portaient des spiraux Phillips —, que pour la régularité de la marche, ainsi que cela ressort du tableau suivant, où nous avons inscrit les variations moyennes correspondant aux différents spiraux, comparativement pour 1890 et pour les vingt dernières années :

Variation diurne moyenne d'après le genre de spiral.

GENRE DE SPIRAL	En 1890		De 1871 à 1890	
	Variation diurne	Donnée par chron.	Variation diurne	Donnée par chron.
Spiral plat à courbe terminale Phillips .	1 0 ^s ,52	118	1 0 ^s ,55	3064
Spiral plat à 2 courbes terminales Phillips	0 ,57	12	0 ,49	426
Spiral cylindrique Phillips	0 ,48	5	0 ,45	242
Spiral cyl. Phillips à 2 courbes terminales	0 ,21	11	0 ,26	26
Moyenne des spiraux Phillips	0 ,50	146	0 ,53	3758
Spiral Breguet . . .	0 ,59	17	0 ,58	665
Spiral cylindrique ordinaire	0 ,59	38	0 ,58	353
Spiral sphérique ordinaire	—	—	0 ,52	69
Moyenne des spiraux ordinaires	0 ,59	55	0 ,58	1087
Moyenne générale	1 0 ^s ,53	201	1 0 ^s ,54	4845

Pour se rendre compte du chiffre exceptionnellement faible de la variation des pièces avec spiral cylindrique à deux courbes terminales, il faut savoir que ce spiral est appliqué surtout aux chronomètres de marine, dont la faible variation tient à d'autres causes encore qu'à ce genre de spiral.

Si cette fois le spiral Phillips à double courbe donne un résultat inférieur à celui des simples spi-

raux Phillips, c'est la première fois que cela arrive et, vu le petit nombre des montres pourvues en 1890 de ce spiral, ce fait doit être attribué au hasard.

Le spiral en palladium a été appliqué à douze chronomètres, parmi lesquels trois étaient des montres marines ; ce qui explique la faible variation moyenne ($+ 0^s,49$), car pour les neuf chronomètres de poche de ce genre, la variation moyenne est de $- 0^s,61$, c'est-à-dire la même qu'en 1889, et sensiblement plus forte que la moyenne générale ($\pm 0^s,53$).

L'influence du spiral se fait sentir encore davantage sur le réglage des positions, comme on peut s'en apercevoir par le tableau suivant :

Tableau des quatre variations de position (Classe B.)

GENRE DU SPIRAL	Nombre des chronom.	VARIATION du				SOMME des quatre variations
		plat au pendu	pendant en haut au pendant à gauche	pendant en haut au pendant à droite	cadran en haut au cadran en bas	
Spiral plat à courbe terminale Phillips	21	$\pm 1^s,48$	$\pm 1^s,94$	$\pm 2^s,60$	$\pm 1^s,48$	$\pm 7^s,50$
Spiral plat à 2 courbes Phillips.	10	1 ,55	3 ,34	3 ,37	1 ,14	9 ,40
Spiral cyl. Phillips	1	1 ,48	4 ,10	0 ,60	1 ,90	8 ,08
Spiraux Phillips . . .	32	1 ,50	2 ,44	2 ,78	1 ,39	8 ,11
Spiral Breguet . . .	2	5 ,53	7 ,44	6 ,43	1 ,34	20 ,74
Spiral cylindrique ordinaire	5	1 ,17	4 ,09	2 ,28	1 ,21	8 ,75
Spiraux ordinaires . . .	7	2 ,41	5 ,05	3 ,47	1 ,25	12 ,18
Moyenne de l'année 1890 . .	39	1 ,66	2 ,91	2 ,90	1 ,37	8 ,84
Moyenne de l'année 1889 . .	54	2 ,19	2 ,28	2 ,84	2 ,11	9 ,42

En effet, la somme des quatre variations de position est cette fois, pour les spiraux Phillips, les deux tiers seulement de celle donnée par les anciens spiraux ; en général, il y a un léger progrès à constater pour le réglage des positions de cette classe, par rapport à l'année précédente (8^s.84 au lieu de 9^s.42) ; elle s'approche davantage de la moyenne générale des 18 années, qui est de (8^s.4). La supériorité des spiraux Phillips ne s'accuse pas cette fois pour la variation du plat au pendu, observée chez les montres de la classe C, comme on peut le voir par le rapprochement suivant :

GENRE DU SPIRAL	Nombre	Variation du plat au pendu
Spiral plat Phillips	52	$\pm 2^s,53$
Spiral plat Phillips à 2 courbes	2	2 ,82
Spiral cylindrique Phillips . .	1	1 ,37
Spiral cylindrique ordinaire . .	7	1 ,10
Spiral Breguet	2	6 ,89
Moyenne . .	64	$\pm 2^s,50$

En effet, la variation moyenne du plat au pendu de cette classe est pour les spiraux Phillips $+ 2^s,52$ et pour les autres $+ 2^s,39$. Mais si l'on réunit les classes B et C, la supériorité des spiraux Phillips reste visible aussi pour cet élément de réglage ; car alors la variation du plat au pendu ressort pour eux avec le chiffre de $+ 2^s,15$, tandis que les autres spiraux donnent $\pm 2^s,40$.

Il ne reste plus qu'à examiner le réglage de la compensation, qui a réussi cette année, du moins pour les températures extrêmes, parfaitement bien, attendu que la variation par degré résulte des épreuves à l'étuve et dans la glacière avec 1 0s,09; c'est, avec l'année 1888, le meilleur résultat obtenu jusqu'à présent. Par contre, le défaut que j'ai dû signaler plusieurs fois déjà, et qui consiste dans l'écart que l'on constate pour la marche aux températures moyennes, comparée à ce qu'elle devrait être d'après la variation entre les températures extrêmes, s'est accentué encore davantage; car il se rencontre cette fois chez 48 pièces, ce qui constitue le 42,5 % des chronomètres soumis aux épreuves thermiques. Les essais de quelques-uns de nos artistes, qui tâchent d'y remédier par le choix d'un meilleur acier pour la lame du balancier ou le remplacement par un autre métal, n'ont donc pas encore réussi à remédier à ce grave défaut.

Cette fois encore nous avons rencontré plus de chronomètres surcompensés que de montres compensées insuffisamment, comme cela résulte du rapprochement suivant :

33	chronomètres	ont	montré	une	variation	thermique	<i>négative</i>	surcompensés :
29	»	»	»	»	»	»	<i>positive</i> ;	
3	»	»	»	»	»	»	<i>nulle</i> :	
48	»	»	»	»	une	compensation	<i>indéterminée</i> .	

La plupart des pièces sont bien revenues à la marche précédente, après l'épreuve thermique, car la différence entre les marches avant et après ces épreuves

est une des plus faibles que nous ayons observées ($\pm 0^s,74$ en moyenne).

Ajoutons enfin qu'au point de vue de la constance de la marche pendant l'épreuve des chronomètres, il existe aussi un sensible progrès par rapport à l'année dernière ; car non seulement la différence moyenne entre les marches extrêmes est de $5^s,01$ (au lieu de $5^s,20$ en 1889), mais ce qui est plus significatif encore, la différence entre les marches moyennes de la première et celles de la dernière semaine est, pour les classes A et B, en moyenne, cette fois, $1^s,07$, au lieu de $2^s,23$ en 1889.

On voit ainsi qu'en effet, il y a eu des progrès accomplis sous la plupart des rapports, et que les résultats de 1890 s'approchent de nouveau des meilleures années, comme on peut en juger par le tableau suivant qui termine, comme toujours, cette étude :

Variations moyennes

ANNÉES	Diurnes	Du plat au pendu	Somme des quatre variations de positions	Pour un degré de température
1864 . . .	1 ^s ,27	8 ^s ,21		0 ^s ,48
1865 . . .	0,88	6,18		0,35
1866 . . .	0,74	3,56		0,36
1867 . . .	0,76	3,57		0,16
1868 . . .	0,57	2,44		0,15
1869 . . .	0,60	2,43		0,14
1870 . . .	0,54	2,37		0,14
1871 . . .	0,55	1,90		0,13
1872 . . .	0,52	1,99		0,15
1873 . . .	0,62	2,59	10 ^s ,03	0,15
1874 . . .	0,53	2,27	7,42	0,15
1875 . . .	0,46	1,97	8,12	0,13
1876 . . .	0,53	2,16	8,15	0,12
1877 . . .	0,51	1,98	6,54	0,11
1878 . . .	0,60	2,10	8,36	0,10
1879 . . .	0,61	1,90	7,86	0,11
1880 . . .	0,49	1,75	7,64	0,11
1881 . . .	0,52	1,86	9,18	0,13
1882 . . .	0,55	2,08	8,87	0,11
1883 . . .	0,54	1,83	10,17	0,12
1884 . . .	0,58	1,88	6,82	0,12
1885 . . .	0,57	2,45	9,18	0,14
1886 . . .	0,50	1,96	7,91	0,13
1887 . . .	0,52	2,24	8,84	0,12
1888 . . .	0,50 ₅	2,18	9,61	0,09
1889 . . .	0,55	2,19	9,42	0,12
1890 . . .	0,53	2,19	8,84	0,09

DISTRIBUTION DES PRIX

Nous avons de nouveau la grande satisfaction de pouvoir proposer non seulement la distribution de tous les prix à des chronomètres qui remplissent largement toutes les conditions stipulées dans le Règlement, mais de pouvoir signaler à cette occasion plusieurs pièces qui sont de véritables chefs-d'œuvre et qui étonnent par le degré de perfection atteint.

Pour le *prix général*, qui ne peut être distribué qu'à des fabricants qui ont eu au moins douze chronomètres des trois premières classes à l'Observatoire, il y a trois candidats qui ont satisfait à cette première condition, mais un seul dont la moyenne des chronomètres remplisse toutes les exigences, ainsi qu'on le verra par le résumé suivant :

NOMS DES FABRICANTS	Nombre des pièces	Variation diurne moyenne	Variation du plat au pendu	Variation pour 1° de température	Différence entre les marches extrêmes
LIMITES RÉGLEMENTAIRES	Au moins 12	-1- 0 ^s ,50	-1- 2 ^s ,00	-1- 0 ^s ,15	-1- 5 ^s ,0
1. Paul-D. Nardin, au Locle	12	0 ,36	1 ,01	0 ,04	3 ,5
2. Henry Grandjean & C ^{ie} , au Locle . . .	12	0 ,39	1 ,54	0 ,10	6 ,1
3. Ch. Humbert fils, à la Chaux-de-Fonds	29	0 ,51	2 ,75	0 ,09	6 ,6

Ce sont donc les deux mêmes maisons du Locle qui tiennent la tête de la liste, comme aux concours des années précédentes, et c'est de nouveau à l'excellent chronométrien, M. Nardin, que le prix général revient ; car non seulement sa variation moyenne est la plus faible, mais, pour tous les autres éléments, il dépasse aussi ses concurrents, dont le second remplit cependant toutes les conditions du prix, sauf que la différence entre les marches extrêmes dépasse la limite de 1^s,1. Le troisième concurrent, M. Ch. Humbert fils, de la Chaux-de-Fonds, qui a envoyé le plus grand nombre de chronomètres (29), a vu les moyennes générales déprimées au-dessous des limites exigées (sauf pour la compensation), par le fait d'un certain nombre de pièces moins bien réussies, tandis qu'il y en a d'autres dans sa liste, qui ont donné d'excellents résultats et méritent les premiers prix de leur classe.

Pour faire juger de plus près le degré de perfection de l'horlogerie de précision de M. Nardin, je résume cette fois encore les résultats de ses douze pièces :

Prix général

Class9	Nombre des pièces	Numéros des chronomètres	Variation diurne moyenne	Variation pour 1° de température	Variation du plat au pendu	Différence entre maxima et minima
A.	3	15/7108	$\pm 0^s,11$	$+0^s,03$	—	2 ^s ,3
		19/7362	0,13	$+0,01$	—	2,7
		16/7251	0,16	$+0,03$	—	3,2
B.	5	6435	0,28	$-0,02$	$-1^s,09$	4,6
		6436	0,31	$+0,05$	$-1,09$	4,3
		6345	0,41	$+0,04$	$+0,43$	3,2
		6437	0,57	$+0,01$	$-1,88$	5,1
		7380	0,57	indéterm.	$-0,02$	3,8
C.	7	7381	0,38	»	$+1,27$	4,1
		7580	0,50	$-0,08$	$+1,66$	3,7
		6421	0,35	$+0,02$	$+0,51$	3,2
		7210	0,54	$+0,10$	$+1,10$	3,3
Moyennes générales		12	$+0,36$	$+0,04$	$+1,01$	3,5
Moy. de l'année 1889		13	$\pm 0,32$	$+0,07$	$\pm 1,47$	3,8

Le rapprochement avec l'année précédente fait voir que si la moyenne de la variation diurne est un peu plus forte cette fois (grâce à deux ou trois chronomètres de la classe C) tous les autres éléments du réglage sont encore supérieurs à ceux de l'année dernière. Je me permets cependant de faire remarquer que le regrettable défaut de la compensation, de présenter, pour les températures moyennes, un écart dépassant 2^s, s'est glissé cette fois aussi dans deux chronomètres de M. Nardin : mais on peut espérer que cet excellent

artiste, qui fait des expériences dans ce but, se rendra maître de cette imperfection.

Pour réfuter d'avance l'objection qu'on a entendue quelquefois, savoir que les constructeurs des montres marines seraient naturellement privilégiés, dans le concours pour le prix général, je fais remarquer que si on laisse de côté les trois chronomètres de marine, les neuf chronomètres de poche de M. Nardin donnent encore des moyennes qui sont toutes largement au-dessous de celles de la maison de la Chaux-de-Fonds, qui n'a point de montres marines.

J'arrive aux prix établis pour les chronomètres de marine, et je relève avant tout le fait réjouissant, qu'à côté des deux chronométriers du Locle qui, jusqu'à présent, ont surtout cultivé dans notre pays cette branche de l'horlogerie de précision, une troisième maison du Locle, l'Association ouvrière, dirigée par M. William Rozat, entre cette fois en lice et occupe, avec l'une de ses montres marines, le premier rang. Le Tableau I montre en effet que le chronomètre n° 10, construit par l'Association ouvrière au Locle, donne un résultat tout à fait remarquable. Réglé à 0^s.23 près du temps moyen, sa variation diurne moyenne ne dépasse pas $\pm$ 0^s.08, ce qui est la variation des excellentes pendules astronomiques et se rencontre sans doute très rarement, à supposer qu'on l'ait atteinte jusqu'à présent chez les chronomètres transportables : la compensation est excellente, car la marche ne varie que de 0^s.05 par degré, et si la différence de marche avant et après l'épreuve à l'étuve paraît un peu grande (1^s.05), tout en restant largement comprise dans la limite exigée (1^s.5), ce n'est le

cas que pour les premiers jours, car peu à peu il est parfaitement revenu à la marche précédente.

Enfin, la constance de la marche pendant toute l'épreuve est, on peut le dire, parfaite, puisque la marche moyenne de la dernière semaine ne diffère, après deux mois, que de $0^s,07$ de celle que le chronomètre a montrée pendant la première semaine. Il n'y a donc pas de doute que cette pièce remarquable doit être placée, d'après les prescriptions du Règlement, au premier rang et mérite à tous égards le prix prévu pour cette classe.

J'ajoute, et c'est un fait particulièrement réjouissant et qui fait bien augurer du développement de notre chronométrie de marine, que toutes les montres marines présentées à l'Observatoire restent dans les conditions des prix et mériteraient d'être récompensées; un seul chiffre du tableau I sort des limites admises, c'est la compensation du n° 2 ($0^s,16$) qui dépasse d'un centième le chiffre limité. Abstraction faite de cet excès presque insignifiant, pour ne pas dire incertain, la maison qui a présenté cette pièce, MM. Henry Grandjean & C^{ie}, a non seulement envoyé le plus grand nombre de montres marines (5), mais deux de ses quatre autres, les n°s 3 et 4 du Tableau I ne le cèdent presque pas sensiblement au chronomètre de l'Association ouvrière pour la perfection du réglage; le n° 115 en particulier n'a qu'une variation diurne moyenne de $\pm 0^s,09$, la compensation est de $- 0^s,07$ par degré, et la marche de la dernière semaine ne diffère que de $- 0^s,24$ de celle de la première.

Ensuite de ces beaux résultats, obtenus cette fois encore par la maison locloise qui, la première, a in-

troduit la construction des chronomètres de marine dans notre pays, et en invoquant l'intérêt qu'il y a pour notre canton à encourager les vaillants fabricants qui persistent à développer cette importante branche de la haute horlogerie, je crois devoir proposer de nouveau au Conseil d'Etat, d'accorder, comme les années précédentes, deux prix d'égale valeur aux deux chronomètres de marine signalés.

Je saisis cette occasion pour recommander encore au Conseil d'Etat une mesure que j'ai déjà proposée dans un autre rapport, et dont l'adoption ferait connaître davantage à l'étranger la valeur réellement exceptionnelle de nos chronomètres de marine. Cette mesure consisterait à tirer simplement un résumé substantiel des rapports de l'Observatoire sur les résultats des épreuves soutenues par les chronomètres de marine depuis l'établissement des concours : réunies en brochure, ces indications seraient portées, si possible par la voie officielle de nos légations et de nos consulats, à la connaissance des amirautés et des grandes compagnies de navigation des principaux pays intéressés. Ce serait un moyen de propagande aussi efficace que légitime, dont profiteraient surtout les marines des nombreux pays qui ne produisent pas eux-mêmes ces précieux instruments de navigation.

Passant aux chronomètres de poche, d'abord de ceux qui subissent l'épreuve la plus complète pendant six semaines, je constate que parmi les 39 pièces de cette catégorie, 29 remplissent toutes les conditions exigées pour les trois prix affectés à cette classe. Les trois chronomètres qui se trouvent en tête du tableau B doivent donc recevoir les trois prix. Le premier est

le n^o 136862, de la maison **Nicolet fils & C^{ie}**, à la **Chaux-de-Fonds**, qui paraît pour la première fois au concours de l'Observatoire ; muni d'un bel échappement à tourbillon et du spiral **Phillips**, ce chronomètre n'a montré pendant les six semaines de l'épreuve que la variation moyenne de $+ 0^s,19$, c'est-à-dire d'un centième de seconde plus faible encore que le tourbillon de l'Association ouvrière qui a obtenu le premier prix de cette classe l'année précédente. Cela représente une régularité de marche étonnante pour une montre de poche et qui exige une rare perfection de tout le mécanisme. Très bien compensé, — il ne varie que de $0^s,04$ par degré — et aussi très bien réglé pour les positions, — la somme des quatre variations ne dépasse pas $3^s,65$ — ce bel échantillon de notre fine horlogerie de précision mérite donc largement le premier prix.

Pour les deux qui suivent et qui sont également des chronomètres remarquablement bien faits et réglés, il y a lieu d'appliquer la disposition du dernier alinéa de l'article 9 du règlement, d'après laquelle, si pour plusieurs des chronomètres la variation moyenne est la même à $0^s,02$ près, le rang se détermine d'après la plus faible différence entre les marches de la première et de la dernière semaine. Il s'ensuit que le deuxième prix revient au n^o 6435 de **M. Paul Nardin**, au **Locle**, chronomètre à ancre dont la variation diurne est de $+ 0^s,275$, mais dont les marches des semaines extrêmes ne diffèrent que de $0^s,09$. Le troisième prix est remporté par le n^o 20123 de l'**Association ouvrière**, encore un chronomètre à tourbillon qui n'a varié d'un jour à l'autre que de $+ 0^s,26$, mais dont la

marche de la semaine finale diffère de $1^{\text{s}},29$ de celle de la première. La compensation de ces deux pièces est remarquable, celle du tourbillon ne montrant aucune différence sensible entre* l'étuve et la glacière, et l'autre, de M. Nardin, ne variant que de $0^{\text{s}},02$ par degré de température.

J'arrive enfin aux quatre prix destinés aux meilleurs chronomètres de la classe C. Je dois d'abord faire remarquer que les deux premières pièces du Tableau III ne peuvent pas concourir, malgré leur faible variation diurne, parce qu'elles ne satisfont pas à la condition 4 de l'article 10 du règlement, qui veut que la différence entre les marches diurnes maxima et minima ne dépasse pas 5^{s} . Ce sont donc les quatre pièces suivantes du tableau qui remplissent largement toutes les conditions stipulées, entre lesquelles il faudra distribuer les prix. Comme tous ces chronomètres ont à $0^{\text{s}},02$ près la même variation diurne, le n° 27298 de M. Droz-Jeannot fils, aux Brenets, bien que montrant la plus faible variation ($\pm 0^{\text{s}},33$), occupe le quatrième rang, la différence entre les marches extrêmes s'élevant à $4^{\text{s}},1$, tandis que le n° 59858 de M. Ch. Humbert fils, à la Chaux-de-Fonds, doit recevoir le premier prix, parce qu'avec la variation diurne de $\pm 0^{\text{s}},34$, ses marches extrêmes ne diffèrent que de $3^{\text{s}},1$. Pour les deux autres, savoir le n° 60033, du même fabricant, M. Ch. Humbert fils, et le n° 6421 de M. Paul-D. Nardin, au Locle, le hasard a voulu que les deux éléments qui déterminent le rang des chronomètres aient identiquement la même valeur, savoir $\pm 0^{\text{s}},35$ pour la variation diurne et $3^{\text{s}},2$ pour la différence entre les marches maxima

et minima. En présence de ce fait, et vu que la compensation, ainsi que la variation du plat au pendu, ne diffèrent pas non plus sensiblement chez les deux pièces, je crois devoir proposer au Conseil d'Etat d'attribuer à ces deux chronomètres d'égale valeur le même prix *ex æquo*, savoir fr. 70, au lieu de deux prix de fr. 80 et de fr. 60 que le règlement prévoit pour le deuxième et le troisième rang.

D'après toutes ces explications, j'ai l'honneur de présenter au Conseil d'Etat la liste suivante des prix à décerner :

LISTE DES PRIX PROPOSÉS

**I. PRIX GÉNÉRAL de fr. 200 à M. Paul-D. Nardin,
au Locle.**

CHRONOMÈTRES DE MARINE (Classe A)

II^a. Prix de fr. 150 au n° 10 de l'Association ouvrière, au Locle.

II^b. Prix de fr. 150 au n° 115 de MM. Henry Grandjean & C^{ie}, au Locle.

CHRONOMÈTRES DE POCHE (Classe B)

III. Prix de fr. 130 au n° 136862 de MM. Nicolet fils & C^{ie}, à la Chaux-de-Fonds.

IV. Prix de fr. 120 au n° 6435 de M. Paul-D. Nardin, au Locle.

V. Prix de fr. 110 au n° 20123 de l'Association ouvrière, au Locle.

CHRONOMÈTRES DE POCHE (Classe C)

- Ex aequo {
- VI. Prix de fr. 100 au n° 59838 de M. Ch. Humbert
fils, à la Chaux-de-Fonds.
- VII. Prix de fr. 70 au n° 60033 de M. Ch. Humbert
fils, à la Chaux-de-Fonds.
- VIII. Prix de fr. 70 au n° 6421 de M. Paul-D. Nardin,
au Locle.
- IX. Prix de fr. 50 au n° 27298 de M. Droz-Jeannot
fils, aux Brenets.

Veillez agréer, Monsieur le Conseiller d'Etat, l'assurance de ma haute considération.

Neuchâtel, le 10 janvier 1891.

Le Directeur de l'Observatoire cantonal,

D^r AD. HIRSCH.



A. CHRONOMÈTRES DE MARINE

observés pendant deux mois, à l'étiuve et à la glacière.

Numéros d'ordre	Page du registre	NOMS DES FABRICANTS et lieux de provenance	Numéros des chrono- mètres	Échappe- ment	Spiral	Marche diurne moyenne	Variation diurne moyenne	Variation pour 1° de température	Différence de marche avant et après l'épreuve thermique	Différence entre la première et la dernière semaine	Différence entre les marches extrêmes	REMARQUES
1	242	Association Ouvrière, Loele . . .	10	ressort	cyl. Ph. à 2 courb.	+ 0,23	+ 0,08	— 0,05	1,05	0,07	3,22	réglé par F. Borgstedt, Loele.
2	272	Henry Grandjean & C ^e , Loele . .	86	bascule	cyl. Ph. en acier	— 1,50	0,09	— 0,16	0,32	0,18	4,86	réglé par F. Borgstedt, Loele.
3	286	Henry Grandjean & C ^e , Loele . .	115	ressort	cyl. Ph. à 2 courb.	— 0,55	0,09	— 0,07	0,28	0,24	2,88	réglé par F. Borgstedt, Loele.
4	285	Henry Grandjean & C ^e , Loele . .	114	ressort	cyl. Ph. à 2 courb.	— 1,99	0,10	— 0,06	0,75	0,54	2,50	réglé par F. Borgstedt, Loele; à fusée.
5	227	Paul-D. Nardin, Loele	15 7108	ressort	cyl. à 2 c. en pall.	— 1,43	0,11	+ 0,03	0,52	0,90	2,27	réglé par H. Rozat, fils, Loele; balancier en métaux spéciaux.
6	273	Henry Grandjean & C ^e , Loele . .	112	ressort	cyl. Ph. à 2 courb.	— 1,50	0,11	— 0,11	0,04	1,53	4,42	réglé par F. Borgstedt, Loele.
7	200	Paul-D. Nardin, Loele	19 7362	ressort	cyl. Ph. en pall.	— 0,58	0,13	+ 0,01	0,28	0,13	2,74	réglé par H. Rozat, fils, Loele; balancier simple.
8	242	Louis Escholz, à Hannover . . .	sans N ^o	ressort	cyl. Ph. à 2 courb.	+ 0,08	0,15	— 0,03	0,36	0,76	4,04	réglé par F. Borgstedt, Loele; déposé par l'Association Ouvrière, Loele.
9	234	Paul-D. Nardin, Loele	16 7251	ressort	cyl. en pall.	— 1,02	0,16	+ 0,03	0,58	1,18	2,16	réglé par H. Rozat, fils, Loele.
10	284	Henry Grandjean & C ^e , Loele . .	113	ressort	cyl. Ph. à 2 courb.	+ 2,08	0,19	— 0,04	0,04	2,02	3,31	réglé par F. Borgstedt, Loele.

MÈTRE

ns cin

Variation Va
diurne po
moyenne tem

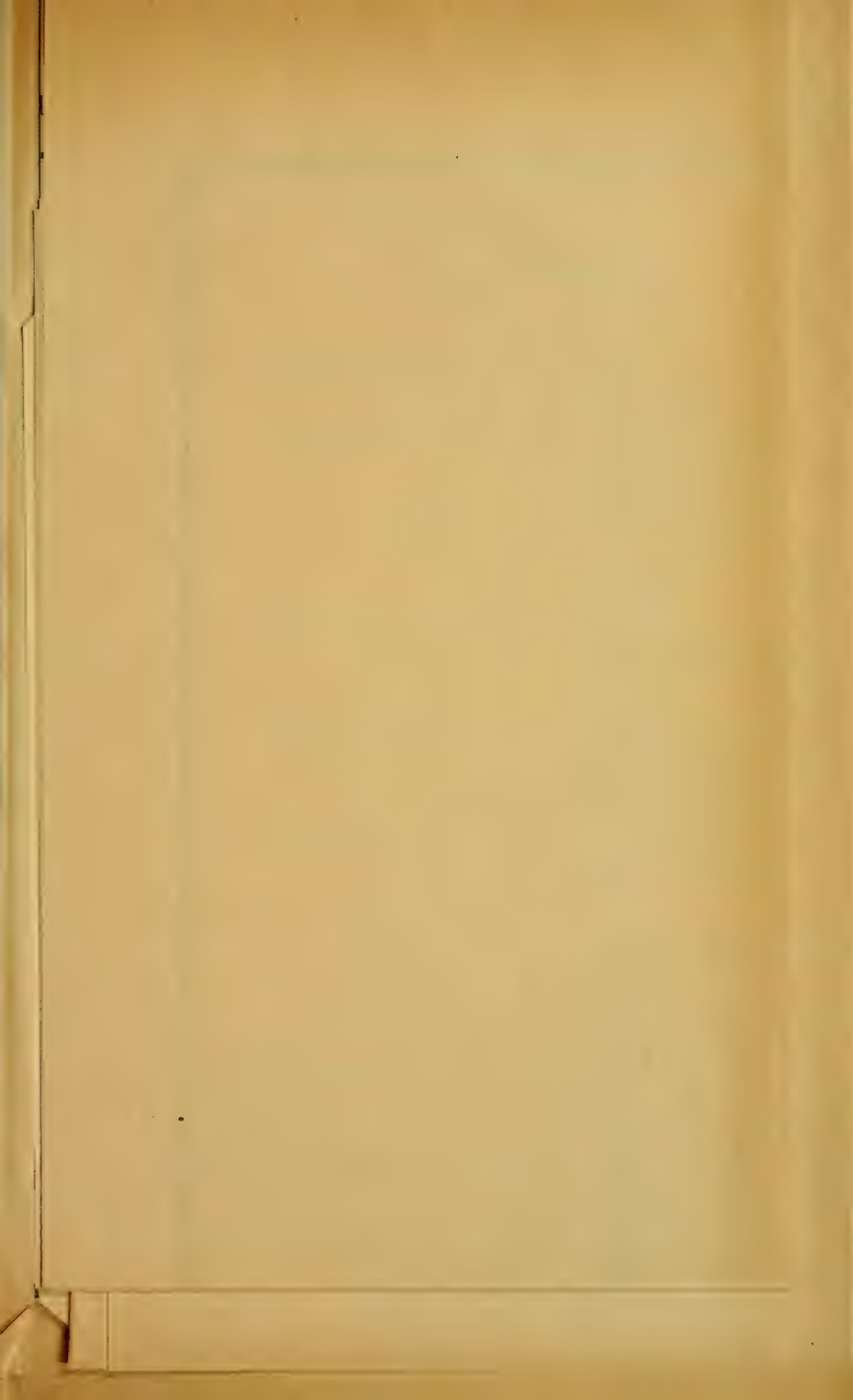
REMARQUES

+ 0.19 ^s	-Borgstedt, Locle.
0.27 ₅	-ri Rozat fils, Locle.
0.26	Borgstedt, Locle.
0.31	-ri Rozat fils, Locle.
0.32	i
0.33	i
0.36	-
0.38	-Borgstedt, Locle.
0.38	Borgstedt, Locle : répét. à minute.
0.40	-Xaurup, Locle.
0.40	-Borgstedt, Locle.
0.42	Borgstedt, Locle.
0.42	i
0.42	-
0.43	-
0.43	-Borgstedt, Locle ; à chronographe.
0.44	Borgstedt, Locle.
0.45	-
0.45	Borgstedt, Locle.
0.47	Wehrli, St-Imier.
0.48	Borgstedt, Locle.
0.49	Borgstedt, Locle.

B. CHRONOMÈTRES DE POCHE

observés pendant six semaines, dans cinq positions, à l'étuve et à la glacière.

Numéros d'ordre	Page du registre	NOMS DES FABRICANTS et lieux de provenance	Numéros des chrono- mètres	Échappement	Spiral	Marche diurne moyenne	Variation diurne moyenne	Variation pour 1° de température	Différence avant et après l'épreuve thermique	Variation du plat au pendu	Variation du pendu au pendant à gauche	Variation du pendu au pendant à droite	Variation du cadran en haut au cadran en bas	Différence entre la première et la dernière semaine	Différence entre les marches extrêmes	REMARQUES
1	297	Nicolet fils & C ^o , Chaux-de-Fonds	136862	tourbillon	pl. Ph.	-0.43	+0.19	-0.04	1.0	+1.89	+0.36	-1.29	+0.11	1.76	4.5	réglé par F. Borgstedt, Locle.
2	191	Paul-D. Nardin, Locle	6435	anere	pl. Ph.	-1.14	0.27	-0.02	0.2	-1.09	+3.36	+3.91	-1.72	0.09	4.6	réglé par Henri Rozat fils, Locle.
3	171	Association Ouvrière, Locle	20123	tourbillon	pl. Ph.	-3.38	0.26	0.00	0.7	+1.93	-0.40	-0.95	-0.40	1.29	3.8	réglé par F. Borgstedt, Locle.
4	214	Paul-D. Nardin, Locle	6436	anere	pl. Ph.	-1.41	0.31	+0.05	0.4	-1.09	+0.81	+3.51	-0.98	1.09	4.3	réglé par Henri Rozat fils, Locle.
5	186	Droz-Jeannot fils, Brenets	27328	baseule	cyl. Ph.	-5.40	0.32	indét.	0.5	+1.48	-4.10	+0.60	+1.90	1.11	6.5	
6	229	Henry Grandjean & C ^o , Locle	38228	anere	pl. Ph. à 2 courbes	-1.61	0.33	indét.	1.0	-2.89	+7.26	+5.46	-1.86	0.03	8.1	
7	278	Droz-Jeannot fils, Brenets	27296	baseule	cylindre	+0.62	0.36	-0.03	0.2	-2.14	+7.94	+3.99	-0.87	1.40	9.9	
8	202	L. Favre-Lebet, Fleurier	10431	anere	pl. Ph.	-3.53	0.38	+0.10	0.8	+0.68	+0.66	-0.29	+0.65	0.80	5.0	réglé par F. Borgstedt, Locle.
9	222	Aug. Breting & C ^o , Locle	16651	anere	Breguet	-0.86	0.38	indét.	0.7	+9.47	+5.26	+4.86	+0.43	1.60	16.8	réglé par F. Borgstedt, Locle; répét. à minute.
10	196	Ch.-F. Tissot & fils, Locle	56807	anere	pl. Ph.	0.99	0.40	0.07	0.2	0.20	0.02	7.43	0.06	0.23	8.3	réglé par O. Kunnip, Locle.
11	180	Blum & Frères Meyer, Chaux-de-Fonds	85880	anere	pl. Ph.	0.87	0.40	0.00	1.8	0.06	2.15	8.20	0.55	0.53	9.8	réglé par F. Borgstedt, Locle.
12	204	Ch.-F. Tissot & fils, Locle	67832	courte baseule	pl. Ph. à 2 courbes	-0.57	0.42	indét.	0.2	+1.18	+2.10	-1.20	+0.37	0.56	5.4	réglé par F. Borgstedt, Locle.
13	235	Association Ouvrière, Locle	17989	anere	pl. Ph.	+1.79	0.42	indét.	0.3	-0.45	+0.39	-1.84	+0.68	1.12	4.5	
14	278	Droz-Jeannot fils, Brenets	27297	baseule	cylindre	-5.74	0.42	+0.12	0.2	1.99	-4.66	1.16	-0.86	1.81	6.8	
15	248	Ch.-F. Tissot & fils, Locle	37879	anere	pl. Ph.	+2.79	0.43	+0.01	0.0	-2.97	+3.22	+6.37	-0.70	0.04	7.8	
16	204	Ch.-F. Tissot & fils, Locle	32445	anere	pl. Ph. à 2 courbes	-4.67	0.43	+0.23	0.3	-0.65	+3.56	-0.14	+1.19	0.42	6.8	réglé par F. Borgstedt, Locle; à chronographe.
17	262	Gérard Jeanneret, Chaux-de-Fonds	1000	anere	pl. Ph.	-2.05	0.44	indét.	1.3	-1.32	0.72	0.67	-2.86	1.03	12.3	réglé par F. Borgstedt, Locle.
18	231	Henry Grandjean & C ^o , Chaux-de-Fonds	37995	anere	pl. Ph.	-3.67	0.45	0.01	0.2	1.90	-3.83	0.67	-0.21	0.50	6.4	
19	237	Reichen & Girard, Brenets	38463	anere	pl. Ph.	-1.14	0.45	indét.	0.4	-0.02	+2.55	+2.60	-1.81	1.80	6.3	réglé par F. Borgstedt, Locle.
20	220	Grand-Perreux & C ^o , Chaux-de-Fonds	140833	anere	pl. Ph. à 2 courbes	-4.39	0.47	indét.	0.9	-1.22	1.11	3.14	0.78	1.50	7.4	réglé par U. Wehrli, St Imier.
21	203	Humbert-Schlotthauer & C ^o , Chaux-de-Fonds	158743	baseule	pl. Ph.	-1.26	0.48	indét.	0.6	-1.73	4.06	-2.21	1.50	0.50	5.4	réglé par F. Borgstedt, Locle.
22	203	Ch.-F. Tissot & fils, Locle	88298	anere	pl. Ph. à 2 courbes	-3.06	0.49	-0.01	0.4	2.77	-2.19	3.01	-0.96	0.30	7.1	réglé par F. Borgstedt, Locle.
23	203	L. Favre-Lebet, Fleurier	10432	anere	pl. Ph.	+0.44	0.50	-0.02	1.3	+1.88	+0.88	+4.48	-3.19	0.26	10.0	réglé par F. Borgstedt, Locle.
24	204	Humbert-Schlotthauer & C ^o , Chaux-de-Fonds	158744	baseule	pl. Ph.	-3.50	0.51	indét.	1.4	0.69	+0.95	+1.45	3.05	1.09	5.8	réglé par F. Borgstedt, Locle.
25	206	Ch.-F. Tissot & fils, Locle	88239	anere	pl. Ph. à 2 courbes	-1.50	0.51	indét.	0.9	+2.41	-1.29	-3.39	+2.27	1.20	4.9	
26	230	Henry Grandjean & C ^o , Locle	38146	anere	pl. Ph.	-3.24	0.52	-0.28	0.9	+1.41	+3.86	+2.66	+2.51	0.87	15.0	
27	230	Henry Grandjean & C ^o , Locle	37984	anere	pl. Ph.	+0.26	0.53	+0.08	0.0	+0.76	+1.04	+1.14	-2.57	1.76	4.5	
28	205	Ch.-F. Tissot & fils, Locle	63791	anere	pl. Ph. à 2 courbes	-4.26	0.54	0.00	0.5	+0.46	+6.82	+7.72	+1.41	1.85	10.7	réglé par F. Borgstedt, Locle; chronogr. répét. à min., quart, perpét.
29	220	Grand-Perreux & C ^o , Chaux-de-Fonds	140831	anere	pl. Ph. à 2 courbes	-1.00	0.55	indét.	1.4	1.74	1.66	-0.61	1.62	7.2	réglé par U. Wehrli, St Imier.	
30	254	Droz-Jeannot fils, Brenets	27284	baseule	cylindre	-4.83	0.57	indét.	0.2	0.51	-2.76	-3.56	1.19	0.93	6.0	réglé par F. Borgstedt, Locle.
31	206	Ch.-F. Tissot & fils, Locle	37882	anere	pl. Ph.	-2.77	0.60	indét.	0.1	-3.40	0.76	0.66	1.69	0.59	5.9	réglé par F. Borgstedt, Locle.
32	206	Ch.-F. Tissot & fils, Locle	34256	anere	pl. Ph. en pall.	+0.89	0.62	-0.03	3.6	+0.24	+2.69	+1.29	-1.81	0.60	6.5	réglé par F. Borgstedt, Locle; balancier au sautoir.
33	232	Henry Grandjean & C ^o , Locle	32383	anere	pl. Ph.	-8.10	0.72	indét.	1.2	3.39	-2.27	2.52	3.59	0.15	9.3	
34	255	Droz-Jeannot fils, Brenets	27283	baseule	cylindre	-0.65	0.72	indét.	1.5	1.73	-2.62	2.32	2.31	1.82	7.6	réglé par F. Borgstedt, Locle.
35	200	Henry Grandjean & C ^o , Locle	38156	baseule	pl. Ph. à 2 courbes	-1.10	0.72	-0.12	0.5	0.14	-3.21	1.96	0.81	2.11	6.7	réglé par F. Borgstedt, Locle.
36	254	Droz-Jeannot fils, Brenets	27327	baseule	cylindre	-4.89	0.77	-0.15	0.0	0.36	2.19	0.39	-0.84	0.38	5.1	réglé par F. Borgstedt, Locle.
37	260	Ch.-F. Tissot & fils, Locle	34257	anere	pl. Ph. à 2 cbs en pall.	+1.36	0.80	indét.	0.1	-2.05	+4.21	-4.54	+1.18	5.14	13.3	réglé par F. Borgstedt, Locle.
38	203	Henri Stauffer, Ponts	2234	anere	pl. Ph. en pall.	1.75	0.82	indét.	0.6	-4.26	+5.09	+0.49	0.39	3.79	10.6	réglé par F. Borgstedt, Locle; chronogr. et grande sec.
39	203	Aug. Breting & C ^o , Locle	17123	anere	Breguet	-1.01	0.91	indét.	0.3	+1.58	-0.61	-8.01	2.26	1.47	14.1	réglé par F. Borgstedt, Locle; chronogr. complet.



C. CHRONOMÈTRES DE POCHE

observés pendant un mois, dans deux positions, à l'épreuve et à la glacière.

Numéros d'ordre	Page de registre	NOMS DES FABRICANTS et lieux de provenance	Numéros des chronomètres	Echappement	Spiral	Marche diurne moyenne	Variation moyenne	Variation du plat au pendu	Variation pour 1° de température	Différence avant et après l'épreuve thermique	Différence entre les marches extrêmes	REMARQUES
1	240	Association Ouvrière, Locle.	19972	ancr.	pl. Ph.	-2.11	+0.19	-1.52	-0.10	1.8	5.9	réglé par F. Borstleit, Locle.
2	210	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60045	bascule	pl. Ph.	-3.46	0.24	+2.91	indét.	0.5	7.1	réglé par Ch. Ziegler, Locle.
3	182	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	59838	ancr.	pl. Ph.	+3.63	0.34	-0.73	+0.04	0.0	3.1	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
4	200	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60035	bascule	cyllindre	0.85	0.35	-0.23	+0.03	1.5	3.2	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
5	241	Paul-D. Nardin, Locle.	6421	ancr.	pl. Ph.	-1.31	0.32	1.0	+0.02	1.0	3.2	réglé par H. Rozat fils, Locle.
6	279	Droz-Jeannot fils, Brenets	27298	bascule	cyllindre	-3.61	0.33	-1.03	+0.09	0.8	4.1	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
7	264	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	61128	ancr.	pl. Ph.	-4.30	0.33	-0.58	indét.	0.5	4.1	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
8	269	Borel & Courvoisier, Neuchâtel	60619	ancr.	pl. Ph.	-1.81	0.36	+5.20	indét.	0.2	6.9	réglé par F. Borstleit, Locle.
9	184	Paul Colet, Brenets	24904	ancr.	pl. Ph.	+2.48	0.37	+6.47	indét.	0.8	8.8	réglé par H. Rozat fils, Locle.
10	212	Paul-D. Nardin, Locle.	7381	ancr.	pl. Ph.	-1.17	0.28	-1.37	indét.	0.0	4.1	réglé par Ch. Ziegler, Locle.
11	238	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60044	bascule	pl. Ph.	-0.69	0.38	-1.67	indét.	0.1	7.5	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
12	304	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60046	bascule	pl. Ph. en pall.	-2.30	0.29	-2.10	-0.05	0.6	4.1	réglé par F. Borstleit, Locle.
13	255	Association Ouvrière, Locle.	18926	ancr.	pl. Ph.	-0.89	0.39	-0.71	-0.20	0.0	6.4	réglé par F. Borstleit, Locle.
14	182	Paul-D. Nardin, Locle.	6345	ancr.	pl. Ph.	+0.23	0.41	-0.44	indét.	0.3	3.6	réglé par H. Rozat fils, Locle.
15	174	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60041	bascule	pl. Ph.	-2.63	0.41	+6.47	indét.	0.2	9.3	réglé par Ch. Ziegler, Locle.
16	209	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60042	bascule	cyllindre	0.00	0.42	-0.77	+0.05	0.0	3.6	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
17	218	C. Barbezat-Baillet, Locle.	20149	ancr.	pl. Ph.	-4.07	0.43	+0.33	-0.06	0.7	2.9	réglé par F. Borstleit, Locle.
18	150	Girard-Perregaux & C ^e , Chaux-de-Fonds	59140	bascule	cyllindre	0.16	0.44	-2.52	indét.	0.0	1.4	réglé par F. Borstleit, Locle.
19	204	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60290	bascule	pl. Ph.	-2.06	0.44	+6.30	indét.	0.5	8.4	réglé par F. Borstleit, Locle.
20	305	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60297	bascule	pl. Ph.	-0.51	0.45	-0.48	-0.05	0.0	3.2	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
21	209	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60296	bascule	pl. Ph.	+4.19	0.45	+1.19	-0.19	1.1	5.8	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
22	305	Henechoz frères, Chaux-de-Fonds	22796	tourbillon	pl. Ph.	-0.82	0.45	-2.00	indét.	0.5	7.1	réglé par F. Borstleit, Locle.
23	283	Clemence frères, Chaux-de-Fonds	5928	ancr.	pl. Ph.	-1.23	0.45	-5.55	-0.18	1.5	8.7	réglé par Ch. Ziegler, Locle.
24	199	M. à L.	418333	ancr.	pl. Ph.	-8.65	0.46	+0.63	+0.00	0.2	3.5	réglé par Z. Panillon, Ch.-de-Fonds; déposé par L. Farny-Labret, Gl.-de-F.
25	269	Borel & Courvoisier, Neuchâtel	60618	ancr.	pl. Ph.	-0.60	0.46	-2.82	indét.	0.0	5.6	réglé par F. Borstleit, Locle.
26	245	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60300	bascule	pl. Ph.	-2.35	0.46	+4.36	indét.	0.3	6.0	réglé par Ch. Ziegler, Locle.
27	245	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60042	bascule	pl. Ph.	-0.08	0.46	+4.26	-0.29	0.5	10.0	réglé par F. Borstleit, Locle.
28	298	Boivin & Girard, Brenets	29749	ancr.	pl. Ph.	1.46	0.47	-2.01	indét.	0.5	6.3	réglé par Ch. Ziegler, Locle.
29	178	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60039	bascule	pl. Ph.	-0.80	0.47	+4.42	indét.	1.1	6.4	réglé par Ch. Ziegler, Locle.
30	201	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60031	bascule	pl. Ph.	0.16	0.48	-1.50	indét.	1.5	6.8	réglé par F. Borstleit, Locle.
31	253	Association Ouvrière, Locle.	19971	ancr.	pl. Ph.	-1.50	0.49	-2.42	indét.	1.0	6.2	réglé par F. Borstleit, Locle.
32	210	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60040	bascule	pl. Ph.	-1.05	0.49	-6.22	indét.	0.3	10.1	réglé par Ch. Ziegler, Locle.
33	215	Paul-D. Nardin, Locle.	7580	ancr.	pl. Ph.	-1.39	0.50	-1.50	-0.08	1.5	3.7	réglé par H. Rozat fils, Locle; répétition et chronographe.
34	304	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60052	bascule	pl. Ph. en pall.	+4.88	0.51	-2.70	-0.10	0.2	6.2	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
35	289	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60376	bascule	pl. Ph. en pall.	-3.81	0.52	-1.73	indét.	2.0	8.4	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
36	274	Paul-D. Nardin, Locle.	7210	ancr.	pl. Ph.	-2.10	0.52	+1.10	+0.10	0.5	3.3	réglé par H. Rozat fils, Locle; répété à min. et chronogr.
37	300	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60050	bascule	pl. Ph. en pall.	+0.70	0.53	0.00	+0.00	0.5	6.5	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
38	212	Paul-D. Nardin, Locle.	7380	bascule	pl. Ph.	-1.74	0.57	-0.02	indét.	0.8	3.8	réglé par H. Rozat fils, Locle.
39	183	Paul-D. Nardin, Locle.	6437	ancr.	pl. Ph.	-2.57	0.57	-1.88	+0.01	0.6	5.1	réglé par H. Rozat fils, Locle.
40	252	César Steinhilber, Ch.-de-Fonds	74590	bascule	exyl. Ph.	-2.90	0.58	+1.37	-0.14	1.1	4.6	réglé par F. Borstleit, Locle.
41	173	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	59042	bascule	pl. Ph.	-0.74	0.58	-3.43	-0.05	0.5	8.1	réglé par A. Banel, Locle.
42	276	Droz-Jeannot fils, Brenets	27294	bascule	cyllindre	-4.90	0.59	-0.01	indét.	0.6	3.8	réglé par F. Borstleit, Locle.
43	259	Clemence frères, Chaux-de-Fonds	50766	bascule	cyllindre	-2.36	0.60	-1.74	indét.	1.4	10.7	réglé par Ch. Ziegler, Locle.
44	179	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60043	bascule	pl. Ph.	-2.81	0.63	+6.10	-0.05	1.1	7.9	réglé par Ch. Ziegler, Locle.
45	208	Borel & Courvoisier, Neuchâtel	60298	ancr.	pl. Ph.	-1.74	0.64	-0.25	-0.09	1.5	4.4	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
46	293	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60035	bascule	pl. Ph.	-1.47	0.64	-2.73	indét.	0.5	5.9	réglé par Ch. Ziegler, Locle.
47	289	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60051	bascule	pl. Ph. en pall.	-1.12	0.65	-0.91	+0.09	0.9	3.3	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
48	271	P. à L.	23289	ancr.	Breguet	-0.50	0.65	-4.18	-0.25	0.8	10.2	réglé par Ch. Ziegler, Locle; déposé par Henechoz frères, Locle.
49	177	César Steinhilber, Ch.-de-Fonds	74591	ancr.	pl. Ph.	-1.33	0.66	-4.49	-0.05	0.1	6.8	réglé par Z. Panillon, Chaux-de-Fonds.
50	179	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60032	bascule	pl. Ph.	-0.38	0.66	+7.25	+0.07	1.1	10.0	réglé par Ch. Ziegler, Locle.
51	282	M. à L.	431709	ancr.	pl. Ph.	-7.09	0.66	-0.12	-0.12	0.2	12.8	réglé par Z. Panillon, Ch.-de-Fonds; déposé par L. Farny-Labret, Gl.-de-F.
52	299	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60049	bascule	pl. Ph. en pall.	-6.64	0.67	-1.91	-0.05	0.5	4.0	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
53	190	Mosimann frères, Chaux-de-Fonds	51771	ancr.	pl. Ph. à 2 courbes	-2.42	0.68	+5.67	indét.	0.3	9.0	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
54	299	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60055	bascule	pl. Ph.	-1.74	0.68	-2.90	indét.	1.3	12.1	réglé par F. Courvoisier, Bâtes; chronogr. avec compteur.
55	175	Fritz Courvoisier, Bâtes	2154	ancr.	Breguet	-2.31	0.68	+5.60	indét.	0.5	12.2	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
56	200	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60054	bascule	pl. Ph.	-3.57	0.70	-1.88	indét.	3.8	5.9	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
57	253	Association Ouvrière, Locle.	19969	ancr.	pl. Ph.	-1.74	0.72	-3.30	indét.	0.3	6.3	réglé par F. Borstleit, Locle.
58	171	Ch. F. Lardet, Peseux	29476	ancr.	pl. Ph.	-2.01	0.72	+4.84	indét.	0.4	7.4	réglé par O. Kaup, Locle.
59	305	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60298	bascule	pl. Ph.	-1.30	0.72	-2.12	+0.22	0.0	10.6	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
60	288	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60053	bascule	pl. Ph.	-5.87	0.78	-0.92	+0.07	2.1	7.2	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
61	276	Droz-Jeannot fils, Brenets	27293	bascule	cyllindre	-1.51	0.79	-1.28	-0.28	0.0	7.8	réglé par L. Farny, Chaux-de-Fonds; à chronographe.
62	288	J. Lœtzer Farny, Gl.-de-Fonds	23288	ancr.	pl. Ph.	-0.87	0.87	-1.87	-0.20	1.8	8.0	réglé par F. Borstleit, Locle.
63	306	Henry Grandjean & C ^e , Locle.	38229	ancr.	pl. Ph. à 2 courbes	-1.28	0.87	-0.58	-0.04	1.6	4.0	réglé par F. Borstleit, Locle.
64	216	Girard-Perregaux & C ^e , Chaux-de-Fonds	165418	tourbillon	pl. Ph.	-7.52	1.10	-3.09	indét.	5.2	9.1	réglé par F. Borstleit, Locle.

RE

i i

Var

di

mo

+

Nombres d'ordre	Page du registre	NOMS DES FABRICANTS et lieux de provenance	Nombres des chrono- mètres	Engagement	Spiral	Marche		Différence entre les marches extrêmes	RÉGULEURS	REMARQUES
						durée moyenne	durée moyenne			
1	182	Reichen & Girard, Brest	27113	ancre	pl. Ph.	- 1.05	0.07	0.05	F. Horstfeld, Locle.	
2	271	Ch.-Ed. Landet, Fleurier	24474	ancre	pl. Ph.	2.95	0.23	0.09	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
3	116	Reichen & Girard, Brest	28838	ancre	pl. Ph.	0.14	0.21	0.11	F. Horstfeld, Locle.	
4	220	Ch. Robert-Tissot, Chaux-de-Fonds	8853	ancre	Breguet	0.10	0.21	0.22	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	
5	194	Assel Steinhauser, Chaux-de-Fonds	1014	ancre	pl. Ph.	0.65	0.22	0.28	F. Horstfeld, Locle.	
6	225	Paul Maria, Neuchâtel	10280	ancre	Breguet	0.26	0.23	0.17	P. Maria, Neuchâtel	à chronographe; déposé par E. Robert-Maiet, Ponts.
7	188	Nel Dracup, Genève	19082	ancre	pl. Ph.	1.29	0.25	0.14	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	déposé par F. Horstfeld, Locle.
8	141	Jos. Rute, Chaux-de-Fonds	41417	ancre	pl. Ph.	1.22	0.25	0.16	Paul Horstfeld, Locle.	déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
9	241	Girard-Perregaux & Co., Chaux-de-Fonds	119463	ancre	Breguet	7.64	0.29	0.15	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	à répétition; à minutes.
10	236	Nel Dracup, Genève	18943	ancre	Breguet	6.25	0.29	0.15	Ch. Ziegler, Locle.	déposé par E. Robert-Maiet, Ponts; répét. à 1/2, quart, et plus de 1/2.
11	210	M. à P.	22456	ancre	Breguet	0.81	0.29	0.35	Ch. Ziegler, Locle.	déposé par Henrich frères, Locle.
12	195	A. Schwab & Fren, Chaux-de-Fonds	22795	ancre	tourbillon	pl. Ph.	3.37	0.30	F. Horstfeld, Locle.	déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
13	195	L. à P.	5676	ancre	pl. Ph.	1.08	0.30	0.20	P. Horstfeld, Locle.	déposé par F. Horstfeld, Locle.
14	229	C. Gémme frères, Chaux-de-Fonds	30236	biselle	cylindrique	0.88	0.30	0.21		
15	225	Rod. Humbert, Chaux-de-Fonds	90022	ancre	cylindrique	2.31	0.42	0.19	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	déposé par E. Robert-Maiet, Ponts.
16	225	Nel Dracup, Genève	18015	biselle	cyl. Ph. à 2 courbes	1.75	0.43	0.25	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	déposé par E. Robert-Maiet, Ponts.
17	228	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60342	ancre	pl. Ph.	1.15	0.43	0.22	U. Wehrli, St-Imier	
18	240	Georges Sauter, Chaux-de-Fonds	36784	biselle	cylindrique	0.78	0.43	0.23	Ch. Ziegler, Locle.	déposé par C. Gémme frères, Chaux-de-Fonds.
19	175	L. à P.	6844	ancre	Breguet	1.66	0.43	0.25	Ch. Ziegler, Locle.	déposé par Henrich frères, Locle.
20	349	C. Gémme frères, Chaux-de-Fonds	50823	biselle	cylindrique	1.19	0.43	0.42		
21	105	Ch.-Ed. Landet, Fleurier	24475	ancre	pl. Ph.	3.39	0.44	0.17	O. Kamp, Locle.	
22	278	Perret & fils, Brest	91249	ancre	pl. Ph.	0.13	0.44	0.18	J. Vogel, Locle.	à répétition à minutes; triple quantième.
23	274	J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds	427892	ancre	pl. Ph.	2.55	0.44	0.21	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	déposé par E. Robert-Maiet, Ponts.
24	230	Nel Dracup, Genève	19047	biselle	cyl. Ph. à 2 courbes	6.79	0.44	0.40	O. Kamp, Locle.	déposé par L. C. Grandjean, Ponts.
25	189	Leo Juret, St-Imier	8149	ancre	pl. Ph.	0.75	0.45	0.18	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	triple quantième; déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
26	210	Ch. Tullio, Locle	14520	biselle	pl. Ph.	5.91	0.45	0.33		
27	189	M. à P.	49522	ancre	pl. Ph.	8.36	0.46	0.13	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	
28	113	Ernest Jeanneret, Chaux-de-Fonds	25497	ancre	pl. Ph.	2.36	0.46	0.17		
29	198	Marchand & Sandoz, Chaux-de-Fonds	18233	ancre	pl. Ph.	2.65	0.47	0.19	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	
30	211	Henrich frères, Locle	25514	biselle	cylindrique	3.47	0.47	0.21	Ch. Ziegler, Locle.	déposé par L. Bozet, Chaux-de-Fonds.
31	196	Georges Sauter, Chaux-de-Fonds	37514	biselle	cylindrique	3.72	0.48	0.22		
32	246	C. Gémme frères, Chaux-de-Fonds	30880	biselle	cylindrique	3.51	0.49	0.15		
33	140	Girggen & Co., Chaux-de-Fonds	10231	ressort	pl. Ph. à 2 courbes	6.67	0.49	0.35		
34	219	Georges Sauter, Chaux-de-Fonds	36780	biselle	cylindrique	3.20	0.50	0.20		
35	202	Jules Calame, Chaux-de-Fonds	18781	ancre	pl. Ph.	6.54	0.51	0.34		
36	244	J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds	42172	ancre	pl. Ph.	3.38	0.52	0.29	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	déposé par P. Horstfeld, Locle.
37	195	L. à P.	8857	ancre	pl. Ph.	3.29	0.53	0.20	P. Horstfeld, Locle.	déposé par P. Horstfeld, Locle.
38	282	M. à P.	43170	ancre	pl. Ph.	8.58	0.54	0.19	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
39	178	C. Gémme frères, Chaux-de-Fonds	30236	biselle	cylindrique	1.05	0.54	0.47	Ch. Ziegler, Locle.	déposé par Henrich frères, Locle.
40	185	M. à P.	21154	biselle	cylindrique	3.08	0.55	0.29		
41	241	Marchand & Sandoz, Chaux-de-Fonds	31253	biselle	cylindrique	3.81	0.55	0.33	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	déposé par C. Gémme frères, Chaux-de-Fonds.
42	200	Georges Sauter, Chaux-de-Fonds	37514	biselle	cylindrique	3.60	0.56	0.17	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
43	246	H. à P.	42659	ancre	pl. Ph.	8.71	0.56	0.20	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	
44	236	H. à P.	30398	biselle	pl. Ph.	5.55	0.56	0.44	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	
45	229	C. Gémme frères, Chaux-de-Fonds	30236	biselle	cylindrique	1.05	0.58	0.47		
46	301	Jules Calame, Chaux-de-Fonds	18780	ancre	pl. Ph.	1.16	0.58	0.35	Ch. Ziegler, Locle.	déposé par Henrich frères, Locle.
47	280	M. à P.	22455	biselle	cylindrique	5.87	0.60	0.32	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	déposé par Henrich frères, Locle.
48	172	C. Gémme frères, Chaux-de-Fonds	30236	biselle	cylindrique	3.00	0.60	0.29	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	déposé par D. Vannier, Locle; à répétition à minutes.
49	301	W. Scheuring, Bienne	9332	ancre	pl. Ph.	1.87	0.61	0.25	A. Lohery, Locle	déposé par D. Vannier, Locle; à répétition à minutes.
50	274	R. à P.	42990	ancre	pl. Ph.	6.42	0.63	0.27	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
51	274	Leode d'orchelion, Chaux-de-Fonds	10410	ancre	pl. Ph.	4.29	0.64	0.29	Ch. Ziegler, Locle.	déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
52	202	R. à P.	43249	ancre	pl. Ph.	6.69	0.64	0.27	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
53	244	J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds	42172	ancre	pl. Ph.	4.29	0.64	0.34	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
54	267	R. à P.	34938	ancre	pl. Ph.	3.44	0.64	0.30	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
55	291	Augustin Perret, Locle	12597	biselle	pl. Ph.	0.68	0.66	0.31	J. Vogel-Jacot, Locle.	à chronographe; déposé par H. Harberet-Bile, Locle.
56	219	Edouard Fren, Chaux-de-Fonds	42649	ancre	pl. Ph.	4.06	0.67	0.27	Ch. Ziegler, Locle.	à répétition.
57	181	Mosmann frères, Chaux-de-Fonds	67884	biselle	pl. Ph.	1.41	0.66	0.35	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	
58	220	J. à P.	2401	ancre	Breguet	7.83	0.66	0.36		
59	195	L. à P.	8857	ancre	pl. Ph.	3.44	0.66	0.40	P. Horstfeld, Locle.	à répét. à min., déposé par Ch. Robert-Tissot, Ch.-Ed. de F.
60	288	Jos. Rute, Chaux-de-Fonds	41646	ancre	pl. Ph.	0.99	0.66	0.44	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
61	270	M. à P.	23301	ancre	Breguet	5.01	0.66	0.53	Ch. Ziegler, Locle.	déposé par Henrich frères, Locle.
62	288	Perret & fils, Brest	91249	ancre	pl. Ph.	1.19	0.68	0.21		
63	301	Jules Calame, Chaux-de-Fonds	18789	ancre	pl. Ph.	3.41	0.68	0.30		
64	274	C. Gémme frères, Chaux-de-Fonds	30236	biselle	cylindrique	6.31	0.69	0.27		
65	141	H. à P.	1947	ancre	Breguet	0.99	0.69	0.45	J. Vogel-Jacot, Locle.	grande sonnerie à min.; quart; plus les secondes; répét. de 1/2.
66	216	Borel & Courvoisier, Neuchâtel	91957	ancre	Breguet	6.11	0.71	0.46	Ch. Ziegler, Locle.	déposé par C. Gémme frères, Chaux-de-Fonds.
67	194	Georges Sauter, Chaux-de-Fonds	37514	biselle	cylindrique	6.17	0.72	0.31	Ch. Ziegler, Locle.	déposé par C. Gémme frères, Chaux-de-Fonds.
68	200	Georges Sauter, Chaux-de-Fonds	36780	biselle	cylindrique	7.41	0.72	0.61	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	à répét. à min.; chronom. compteur; déposé par L. Robert-Maiet, Ponts.
69	229	Nel Dracup, Genève	18018	ancre	pl. Ph.	0.69	0.72	0.65	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	à répétition à minutes; quantième et chronographe.
70	179	J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds	42172	ancre	pl. Ph.	3.79	0.73	0.30	Horstfeld fils, Locle.	déposé par F. Horstfeld, Locle.
71	254	Girard-Perregaux & Co., Chaux-de-Fonds	187648	ancre	Breguet	6.51	0.75	0.39		
72	181	C. Gémme frères, Chaux-de-Fonds	30236	biselle	cylindrique	1.80	0.76	0.40		
73	236	Marchand & Sandoz, Chaux-de-Fonds	48341	biselle	cylindrique	1.19	0.79	0.33	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	déposé par F. Horstfeld, Locle.
74	250	C. Gémme frères, Chaux-de-Fonds	30236	biselle	cylindrique	0.15	0.80	0.25		
75	287	Louis-Phil. Robert, Neuchâtel	20061	biselle	cylindrique	4.06	0.81	0.38	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	
76	297	Louis-Phil. Robert, Neuchâtel	20061	biselle	cylindrique	4.46	0.81	0.39		
77	199	Borel & Courvoisier, Neuchâtel	91957	ancre	Breguet	6.29	0.81	0.40		
78	188	L. à P.	8286	ancre	Breguet	0.68	0.87	0.40	Paul Horstfeld, Locle.	déposé par F. Horstfeld, Locle.
79	282	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	64343	biselle	pl. Ph.	4.91	0.89	0.32	U. Wehrli, St-Imier	déposé par Mosmann frères, Chaux-de-Fonds.
80	190	Discomet & Goring, Chaux-de-Fonds	67431	ancre	cyl. Ph.	1.90	0.90	0.34	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	déposé par Mosmann frères, Chaux-de-Fonds.
81	250	M. à P.	22456	ancre	Breguet	3.91	0.91	0.22	Ch. Ziegler, Locle.	déposé par Henrich frères, Locle.
82	257	J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds	421175	ancre	pl. Ph.	2.55	0.91	0.55	Z. Pannillon, Chaux-de-Fonds.	à répétition; déposé par L.-C. Grandjean, Ponts.
83	189	Leo Juret, St-Imier	8149	ancre	pl. Ph.	8.06	0.91	0.88	O. Kamp, Locle.	
84	271	C. Gémme frères, Chaux-de-Fonds	30236	biselle	cylindrique	0.43	1.06	0.29	P. Horstfeld fils, Locle.	
85	257	C. Gémme frères, Chaux-de-Fonds	30236	biselle	cylindrique	0.87	1.16	0.43		

BULLETINS DE MARCHE
DES
CHRONOMÈTRES COURONNÉS
AU
CONCOURS DE 1890



CHRONOMÈTRE DE MARINE

Echappement à ressort. spiral cylindr. à deux courbes
Phillips; réglé par M. F. BORGSTEDT, au Locle.

N° 10, de l'ASSOCIATION OUVRIÈRE, au Locle.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Tempéra- ture moyenne centigrade	Remarques
1890				
Août 8- 9	+ 0,44 ^s	+ 0,01 ^s	18,4 ^o	A l'armoire
9-10	+ 0,45	+ 0,11	18,4	»
10-11	+ 0,56	— 0,15	18,8	»
11-12	+ 0,41	+ 0,07	19,2	»
12-13	+ 0,48	— 0,14	19,6	»
13-14	+ 0,34	+ 0,01	19,1	»
14-15	+ 0,35	+ 0,01	18,6	»
15-16	+ 0,36	— 0,10	17,9	»
16-17	+ 0,26	— 0,09	18,0	»
17-18	+ 0,17	— 0,04	18,9	»
18-19	+ 0,13	+ 0,03	19,8	»
19-20	+ 0,16	+ 0,09	19,8	»
20-21	+ 0,25	— 0,14	19,0	»
21-22	+ 0,11	+ 0,07	18,5	»
22-23	+ 0,18	+ 0,03	18,1	»
23-24	+ 0,21	+ 0,04	18,0	»
24-25	+ 0,25	+ 0,06	17,5	»
25-26	+ 0,31	— 0,08	16,8	»
26-27	+ 0,23	+ 0,15	16,0	»
27-28	+ 0,38	— 0,11	15,9	»
28-29	+ 0,27	— 0,11	15,3	»

TABLEAU V

PRIX A^a (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Tempé- rature moyenne centigrade	Remarques
1890				
Août 29-30	+ 0.16 ^s	+ 0.06 ^s	14,7 ^o	A l'armoire
30-31	+ 0.22	+ 0.07	13,0	"
31- 0	+ 0.29	- 0.09	11,8	"
Sept. 1- 2	+ 0.20	- 0.04	11,7	"
2- 3	+ 0.16	+ 0.17	11,6	"
3- 4	+ 0.33	- 0.18	11,6	"
4- 5	+ 0.15	- 0.17	11,8	"
5- 6	- 0.02	- 0.01	12,6	"
6- 7	- 0.03	- 0.11	13,4	"
7- 8	- 0.14	+ 0.13	13,5	"
8- 9	- 0.01	- 0.13	13,5	"
9-10	- 0.14	- 0.14	14,1	"
10-11	- 0.28	+ 0.12	14,3	"
11-12	- 0.16	+ 0.02	15,4	"
12-13	- 0.14	- 0.18	15,2	"
13-14	- 0.32	+ 0.08	14,8	"
14-15	- 0.24	+ 0.05	14,3	"
15-16	- 0.19	+ 0.06	14,0	"
16-17	- 0.13	- 0.04	14,4	"
17-18	- 0.17	- 0.04	14,6	"
18-19	- 0.21	- 0.15	14,8	"
19-20	- 0.36	+ 0.10	14,8	"
20-21	- 0.26	0,00	14,8	"
21-22	- 0.26	+ 2.92	14,8	"
22-23	+ 2.66	- 3.22	1,3	A la glacière
23-24	- 0.56	+ 1.70	14,6	A l'armoire
24-25	+ 1.14	- 0.35	29,6	A l'étuve
25-26	+ 0.79	- 0.13	14,5	A l'armoire
26-27	+ 0.66	- 0.03	14,8	"
27-28	+ 0.63	- 0.18	14,3	"
28-29	+ 0.45	+ 0.09	14,2	"

TABLEAU V

PRIX A^a (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1890				
Sept. 29-30	+ 0,54 ^s	- 0,21 ^s	14,4 ^o	A l'armoire
30- 0	+ 0,33	+ 0,03	14,7	»
Oct. 1- 2	+ 0,36	- 0,03	15,1	»
2- 3	+ 0,33	+ 0,09	14,6	»
3- 4	+ 0,42	- 0,05	14,2	»
4- 5	+ 0,37	0,00	14,2	»
5- 6	+ 0,37	- 0,02	13,7	»
6- 7	+ 0,35		13,7	»
Marche moyenne + 0,23 Variation moyenne + 0,08 » pour 1° de température - 0,05 Différence de marche avant et après l'épreuve thermique 1,05 Différence de marche entre la première et la dernière semaine 0,07 Différence entre les marches extrêmes 3,22				

CHRONOMÈTRE DE MARINE

échappement à ressort, spiral cylindr. à deux courbes
Phillips; réglé par M. F. BORGSTEDT, au Locle.

N° 115, de MM. HENRY GRANDJEAN & C^{ie}, au Locle.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1890				
Oct. 31- 0	+ 0,08 ^s	— 0,11 ^s	10,0 ^o	A l'armoire
Nov. 1- 2	— 0,03	+ 0,32	9,8	»
2- 3	+ 0,29	— 0,13	9,5	»
3- 4	+ 0,16	— 0,04	10,0	»
4- 5	+ 0,12	+ 0,05	10,0	»
5- 6	+ 0,17	— 0,07	10,4	»
6- 7	+ 0,10	— 0,13	10,5	»
7- 8	— 0,03	+ 0,41	10,1	»
8- 9	+ 0,38	— 0,03	29,8	A l'étuve
9-10	+ 0,35	— 0,03	30,2	»
10-11	+ 0,32	— 0,45	30,7	»
11-12	— 0,13	+ 0,20	10,6	A l'armoire
12-13	+ 0,07	+ 1,79	10,8	»
13-14	+ 1,86	+ 0,89	1,5	A la glacière
14-15	+ 2,75	— 0,95	2,4	»
15-16	+ 1,80	— 1,55	1,9	»
16-17	+ 0,25	+ 0,41	11,2	A l'armoire
17-18	+ 0,66	— 0,15	11,2	»
18-19	+ 0,51	— 0,12	11,5	»
19-20	+ 0,39	+ 0,05	11,5	»
20-21	+ 0,44	+ 0,09	10,9	»

TABLEAU VI.

PRIX A^b (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Tempé- rature moyenne centigrad ^s	Remarques
1890				
Nov. 21-22	+ 0,53 ^s	+ 0,01 ^s	11.2 ^o	A l'armoire
22-23	+ 0,54	+ 0,13	11.1	»
23-24	+ 0,67	+ 0,01	10.2	»
24-25	+ 0,68	— 0,09	9.9	»
25-26	+ 0,59	— 0,01	9.7	»
26-27	+ 0,58	+ 0,07	9.0	»
27-28	+ 0,65	+ 0,11	8.8	»
28-29	+ 0,76	— 0,07	8.1	»
29-30	+ 0,69	+ 0,02	8.3	»
30- 0	+ 0,71	+ 0,14	7.0	»
Déc. 1- 2	+ 0,85	— 0,03	6.2	»
2- 3	+ 0,82	— 0,10	6.4	»
3- 4	+ 0,72	+ 0,13	6.5	»
4- 5	+ 0,85	— 0,12	7.3	»
5- 6	+ 0,73	— 0,17	7.5	»
6- 7	+ 0,56	+ 0,10	7.2	»
7- 8	+ 0,66	— 0,13	7.4	»
8- 9	+ 0,53	+ 0,20	8.2	»
9-10	+ 0,73	— 0,02	7.9	»
10-11	+ 0,71	+ 0,01	7.2	»
11-12	+ 0,72	+ 0,03	6.9	»
12-13	+ 0,75	— 0,21	5.8	»
13-14	+ 0,54	+ 0,29	5.8	»
14-15	+ 0,83	+ 0,01	5.6	»
15-16	+ 0,84	— 0,13	5.2	»
16-17	+ 0,71	— 0,16	5.8	»
17-18	+ 0,55	— 0,02	5.8	»
18-19	+ 0,53	— 0,22	7.6	»
19-20	+ 0,31	— 0,01	8.3	»
20-21	+ 0,30	— 0,01	8.6	»
21-22	+ 0,29	— 0,02	8.0	»

Date	Marche diurne	Variation	Tempéra- ture moyenne centigrade	Remarques
1890				
Déc. 22-23	+ ^s 0,27	+ ^s 0,06	8,6 ^o	A l'armoire
23-24	+ 0,33	+ 0,04	8,4	»
24-25	+ 0,37	+ 0,06	8,2	»
25-26	+ 0,43	- 0,17	7,5	»
26-27	+ 0,26	+ 0,05	8,0	»
27-28	+ 0,31	+ 0,01	9,0	»
28-29	+ 0,32	+ 0,10	8,2	»
29-30	+ 0,42		8,4	»
Marche moyenne				+ 0,55
Variation moyenne				+ 0,09
» pour 1° de température				- 0,07
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique				0,28
Différence de marche entre la première et la der- nière semaine				0,24
Différence entre les marches extrêmes				2,88

CHRONOMÈTRE DE POCHÉ

Echappement à tourbillon, spiral plat Phillips; réglé
par M. F. BORGSTEDT, au Locle.

N° 136862, de MM. NICOLET FILS & C^{ie}, à La Chaux-de-Fonds.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule
normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Tempéra- ture moyenne centigrade	Remarques
1890				
Nov. 17-18	— 0,8 ^s	— 0,2 ^s	11,2 ^o	Position horizontale
18-19	— 1,0	+ 0,4	11,5	»
19-20	— 0,6	+ 0,2	11,5	»
20-21	— 0,4	— 0,2	10,9	»
21-22	— 0,6	0,0	11,3	»
22-23	— 0,6	— 0,3	11,1	»
23-24	— 0,9	— 0,1	10,2	»
24-25	— 1,0	+ 2,0	9,9	»
25-26	+ 1,0	— 2,4	0,8	» à la glacière
26-27	— 1,4	+ 1,1	9,0	»
27-28	— 0,3	— 1,7	31,8	» à l'étuve
28-29	— 2,0	+ 0,6	8,1	»
29-30	— 1,4	+ 0,1	8,3	»
30- 0	— 1,3	— 0,2	7,0	»
Déc. 1- 2	— 1,5	+ 1,9	6,2	»
2- 3	+ 0,4	0,0	6,4	Position verticale, pendu
3- 4	+ 0,4	+ 0,2	6,5	»
4- 5	+ 0,6	0,0	7,3	»
5- 6	+ 0,6	+ 0,2	7,5	»
6- 7	+ 0,8	+ 0,1	7,2	»
7- 8	+ 0,9	+ 0,1	7,4	»

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1890				
Déc. 8- 9	+ 1,0 ^s	+ 0,1 ^s	8,2 ^o	Position verticale, pendu
9-10	+ 1,1	— 0,1	7,9	»
10-11	+ 1,0	+ 0,2	7,2	»
11-12	+ 1,2	+ 0,5	6,9	»
12-13	+ 1,7	— 0,3	5,8	»
13-14	+ 1,4	+ 0,3	5,8	»
14-15	+ 1,7	0,0	5,6	»
15-16	+ 1,7	— 0,2	5,2	»
16-17	+ 1,5	— 0,2	5,8	» pendant à gauche
17-18	+ 1,3	— 1,7	5,8	» »
18-19	— 0,4	+ 0,3	7,6	» pendant à droite
19-20	— 0,1	— 2,3	8,3	» »
20-21	— 2,4	+ 0,1	8,6	Cadran en bas
21-22	— 2,3	— 0,1	8,0	»
22-23	— 2,4	— 0,4	8,6	Cadran en haut
23-24	— 2,8	+ 0,3	8,4	
24-25	— 2,5	+ 0,2	8,2	
25-26	— 2,3	— 0,1	7,5	
26-27	— 2,4	0,0	8,0	
27-28	— 2,4	0,0	9,0	
28-29	— 2,4		8,2	
Marche moyenne				— 0s,43
Variation moyenne				+ 0,19
» pour 1° de température				— 0,04
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique				1,0
Variation du plat au pendu				+ 1,89
» du pendu au pendant à gauche				+ 0,36
» du pendu au pendant à droite				— 1,29
» du cadran en haut au cadran en bas				+ 0,11
Différence de marche entre la première et la dernière semaine				1,76
Différence entre les marches extrêmes				4,5

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à ancre, spiral plat Phillips.

N° 6435, de M. PAUL D. NARDIN, au Locle.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1890				
Mars 26-27	— 1,7 ^s	— 0,2 ^s	9,5 ^o	Position horizontale
27-28	— 1,9	+ 0,3	8,9	
28-29	— 1,6	— 0,1	9,4	
29-30	— 1,7	0,0	10,2	
30-31	— 1,7	+ 0,2	10,8	»
31- 0	— 1,5	0,0	10,8	»
Avril 1- 2	— 1,5	+ 0,3	10,9	»
2- 3	— 1,2	+ 2,9	10,4	»
3- 4	+ 1,7	— 1,5	2,0	» à la glacière
4- 5	+ 0,2	+ 1,0	9,8	»
5- 6	+ 1,2	— 2,2	30,8	» à l'étuve
6- 7	— 1,0	— 0,8	9,9	»
7- 8	— 1,8	+ 0,7	10,2	»
8- 9	— 1,1	+ 0,2	10,0	»
9-10	— 0,9	— 0,7	8,8	»
10-11	— 1,6	— 0,3	9,2	Position verticale, pendu
11-12	— 1,9	+ 0,3	8,2	»
12-13	— 1,6	— 0,3	8,4	»
13-14	— 1,9	— 0,2	8,8	»
14-15	— 2,1	+ 0,6	9,0	»
15-16	— 1,5	— 1,0	9,0	»
16-17	— 2,5	+ 0,2	9,8	»

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1890				
Avril 17-18	— 2,3 ^s	— 0,1 ^s	10,6 ^o	Position verticale, pendu
18-19	— 2,4	+ 0,3	10,2	»
19-20	— 2,1	0,0	9,6	»
20-21	— 2,1	— 0,1	9,2	»
21-22	— 2,2	+ 0,1	9,4	»
22-23	— 2,1	— 0,4	9,8	»
23-24	— 2,5	+ 3,7	9,6	»
24-25	+ 1,2	+ 0,2	9,9	» pendant à gauche
25-26	+ 1,4	+ 0,2	9,6	» »
26-27	+ 1,6	+ 0,5	9,5	» pendant à droite
27-28	+ 2,1	— 2,2	9,7	» »
28-29	— 0,1	+ 0,5	9,6	Cadran en bas
29-30	+ 0,4	— 1,5	9,8	»
30- 0	— 1,1	— 0,1	10,4	Cadran en haut
Mai 1- 2	— 1,2	— 0,1	11,0	»
2- 3	— 1,3	— 0,1	11,0	»
3- 4	— 1,4	— 0,6	10,6	»
4- 5	— 2,0	0,0	10,8	»
5- 6	— 2,0	0,0	11,4	»
6- 7	— 2,0		11,8	»
Marche moyenne				— 18,14
Variation moyenne				+ 0,275
» pour 1° de température				— 0,02
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique				0,2
Variation du plat au pendu				— 1,09
» du pendu au pendant à gauche . . .				+ 3,36
» du pendu au pendant à droite . . .				+ 3,91
» du cadran en haut au cadran en bas . . .				— 1,72
Différence de marche entre la première et la dernière semaine				0,09
Différence entre les marches extrêmes				4,6

CHRONOMÈTRE DE POCHÉ

Echappement à tourbillon, spiral plat Phillips.

N° 20123, de l'ASSOCIATION OUVRIÈRE, au Locle.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard, le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1889				
Déc. 18-19	— 4,9 ^s	0,0 ^s	7,8 ^o	Position horizontale
19-20	— 4,9	— 0,1	7,8	»
20-21	— 5,0	0,0	7,5	»
21-22	— 5,0	+ 0,3	7,5	»
22-23	— 4,7	+ 0,1	7,8	»
23-24	— 4,6	— 0,5	7,6	»
24-25	— 5,1	+ 2,0	7,6	»
25-26	— 3,1	— 1,8	0,5	» à la glacière
26-27	— 4,9	+ 1,9	7,7	»
27-28	— 3,0	— 1,4	30,5	à l'étuve
28-29	— 4,4	0,0	7,8	»
29-30	— 4,4	+ 0,4	7,2	»
30-31	— 4,0	+ 0,4	6,8	»
1890 31- 0	— 3,6	— 0,5	6,8	»
Janv. 1- 2	— 4,1	+ 1,9	6,5	»
2- 3	— 2,2	+ 0,1	6,6	Position verticale, pendu
3- 4	— 2,1	— 0,2	7,4	»
4- 5	— 2,3	— 0,3	7,9	»
5- 6	— 2,6	+ 0,1	8,3	»
6- 7	— 2,5	— 0,4	6,0	»
7- 8	— 2,9	0,0	8,5	»
8- 9	— 2,9	+ 0,7	8,4	»

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1890				
Janv. 9-10	— 2,2 ^s	+ 0,3 ^s	7,5 ^o	Position verticale, pendu
10-11	— 1,9	— 0,8	7,9	»
11-12	— 2,7	— 0,2	8,4	»
12-13	— 2,9	+ 0,4	8,5	»
13-14	— 2,5	+ 0,1	8,2	»
14-15	— 2,4	+ 0,2	8,5	»
15-16	— 2,2	— 0,6	8,5	»
16-17	— 2,8	— 0,1	8,4	» pendant à gauche
17-18	— 2,9	+ 1,6	8,7	» »
18-19	— 1,3	— 0,4	8,4	» pendant à droite
19-20	— 1,7	— 2,2	8,0	» »
20-21	— 3,9	— 0,2	8,0	Cadran en bas
21-22	— 4,1	+ 0,4	8,0	»
22-23	— 3,7	+ 0,3	7,4	Cadran en haut
23-24	— 3,4	0,0	7,4	»
24-25	— 3,4	— 0,5	7,6	»
25-26	— 3,9	+ 0,4	7,8	»
26-27	— 3,5	0,0	8,0	»
27-28	— 3,5	— 0,3	8,0	»
28-29	— 3,8		9,2	»
Marche moyenne				— 3 ^s ,38
Variation moyenne				+ 0,26
» pour 1° de température				0,00
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique				0,07
Variation du plat au pendu				+ 1,93
» du pendu au pendant à gauche				— 0,40
» du pendu au pendant à droite				+ 0,95
» du cadran en haut au cadran en bas				— 0,40
Différence de marche entre la première et la dernière semaine				1,29
Différence entre les marches extrêmes				3,8

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à ancre, spiral plat Phillips: réglé par
M. U. WEHRLI, à St-Imier.

N° 59838. de M. CH. HUMBERT FILS. à La Chaux-de-Fonds.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1890				
Fév. 21-22	+ 3,6 ^s	+ 0,4 ^s	7,4 ^o	Position horizontale
22-23	+ 4,0	0,0	7,6	»
23-24	+ 4,0	0,0	7,5	»
24-25	+ 4,0	0,0	6,9	»
25-26	+ 4,0	— 0,3	6,4	»
26-27	+ 3,7	0,0	6,9	»
27-28	+ 3,7	+ 0,8	7,0	»
28- 0	+ 4,5	— 0,4	1,0	» à la glacière
Mars 1- 2	+ 4,1	+ 0,1	5,5	»
2- 3	+ 4,2	+ 1,3	4,8	»
3- 4	+ 5,5	— 1,8	28,3	» à l'écluse
4- 5	+ 3,7	+ 0,2	5,5	»
5- 6	+ 3,9	— 0,2	5,4	»
6- 7	+ 3,7	— 0,4	5,3	»
7- 8	+ 3,3	+ 0,2	6,4	»
8- 9	+ 3,5	+ 0,1	7,4	Position verticale, pendu
9-10	+ 3,6	+ 0,1	7,4	»
10-11	+ 3,7	— 0,3	7,5	»
11-12	+ 3,4	+ 0,5	7,8	»
12-13	+ 3,9	— 0,8	8,0	»
13-14	+ 3,1	— 0,2	9,0	»

TABLEAU X.

C. PRIX N° 1 (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1890				
Mars 14-15	+ 2,9 ^s	+ 0,6 ^s	9,8 ^o	Position verticale, pendu
15-16	+ 3,5	— 1,1	10,2	»
16-17	+ 2,4	+ 0,5	10,2	»
17-18	+ 2,9	+ 0,3	10,7	»
18-19	+ 3,2	+ 0,6	10,5	»
19-20	+ 3,8	— 0,9	9,5	»
20-21	+ 2,9	— 0,1	9,1	»
21-22	+ 2,8	+ 0,5	9,7	»
22-23	+ 3,3		9,2	»
Marche moyenne				+ 3s,63
Variation moyenne				± 0 ,34
» du plat au pendu				— 0 ,73
» pour 1° de température				+ 0 ,04
Différence de marche avant et après l'épreuve				
thermique				0 ,0
Différence entre les marches extrêmes				3 ,1

CHRONOMETRE DE POCHE

Echappement à bascule, spiral plat Phillips; réglé par
M. U. WEHRLI, à St-Imier.

N° 60033, de M. CH. HUMBERT FILS, à La Chaux-de-Fonds.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1890				
Mai 4-5	— 0,6 ^s	— 0,1 ^s	10,8	Position horizontale
5-6	— 0,7	+ 0,6	11,4	»
6-7	— 0,1	— 0,4	11,8	»
7-8	— 0,5	+ 0,4	12,0	»
8-9	— 0,1	0,0	12,0	»
9-10	— 0,1	+ 0,3	1,9	» à la glacière
10-11	+ 0,2	+ 0,5	13,2	»
11-12	+ 0,7	+ 0,5	33,0	» à l'étuve
12-13	+ 1,2	+ 0,5	14,0	»
13-14	+ 1,7	+ 0,5	13,3	»
14-15	+ 1,9	+ 0,2	12,4	»
15-16	+ 1,8	— 0,1	12,8	»
16-17	+ 1,6	— 0,2	13,8	»
17-18	+ 1,6	0,0	14,6	»
18-19	+ 1,4	— 0,2	15,0	»
19-20	— 0,1	— 1,5	15,5	Position verticale, pendu
20-21	+ 0,5	+ 0,6	15,6	»
21-22	+ 0,4	— 0,1	15,0	»
22-23	+ 0,5	+ 0,1	15,5	»
23-24	+ 0,2	— 0,3	16,0	»
24-25	+ 0,5	+ 0,3	16,5	»
		— 0,3		

Date		Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1890					
Mai	25-26	+ 0,2 ^s	+ 0,5 ^s	16,6 ^o	Position verticale, pendu
	26-27	+ 0,7	+ 0,6	16,0	
	27-28	+ 1,3	- 0,4	15,5	
	28-29	+ 0,9	+ 1,2	14,7	
	29-30	+ 2,1	- 0,5	13,6	
	30-31	+ 1,6	+ 0,2	14,1	
	31- 0	+ 1,8	+ 0,6	14,2	
Juin	1- 2	+ 2,4	+ 0,1	13,8	
	2- 3	+ 2,5		13,5	
Marche moyenne					
Variation moyenne					
» du plat au pendu					
» pour 1° de température					
Différence de marche avant et après l'épreuve					
thermique					
Différence entre les marches extrêmes					

CHRONOMETRE DE POCHE

Echappement à ancre, spiral plat Phillips; réglé par
M. H. ROZAT, fils, Locle.

N° 6421, de M. PAUL-D. NARDIN, au Locle.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1890				
Août 2- 3	— 1,8 ^s	— 0,8 ^s	20,6	Position horizontale
3- 4	— 2,6	— 0,4	19,5	»
4- 5	— 3,0	+ 0,6	18,5	»
5- 6	— 2,4	+ 1,6	17,9	»
6- 7	— 0,8	— 2,0	31,4	» à l'étuve
7- 8	— 2,8	+ 1,4	18,1	»
8- 9	— 1,4	0,0	1,3	» à la glacière
9-10	— 1,4	+ 0,4	18,4	»
10-11	— 1,0	— 0,3	18,8	»
11-12	— 1,3	+ 0,2	19,2	»
12-13	— 1,1	— 0,3	19,6	»
13-14	— 1,4	0,0	19,1	»
14-15	— 1,4	0,0	18,6	»
15-16	— 1,4	+ 0,8	17,9	»
16-17	— 0,6	+ 0,4	18,0	»
17-18	— 0,2	0,0	18,9	Position verticale, pendu
18-19	— 0,2	+ 0,4	19,8	»
19-20	+ 0,2	— 1,0	19,8	»
20-21	— 0,8	— 0,1	19,0	»
21-22	— 0,9	— 0,4	18,5	»
22-23	— 1,3	+ 0,2	18,1	»

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1890				
Août 23-24	— 1,1 ^s	+ 0,4 ^s	18,0 ^o	Position verticale, pendu
24-25	— 0,7	— 0,9	17,5	»
25-26	— 1,6	— 0,3	16,8	»
26-27	— 1,9	+ 0,6	16,0	»
27-28	— 1,3	— 0,1	15,9	»
28-29	— 1,4	— 0,1	15,3	»
29-30	— 1,5	0,0	14,7	»
30-31	— 1,5	— 0,1	13,0	»
31- 0	— 1,6		11,8	»
Marche moyenne				— 1,31
Variation moyenne				+ 0,35
» du plat au pendu				+ 0,51
» pour 1° de température				+ 0,02
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique				1,0
Différence entre les marches extrêmes				3,2

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à bascule, spiral cylindrique.

N° 27298. de M. DROZ-JEANNOT FILS, aux Brenets.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1890				
Oct. 9-10	— 2,6 ^s	— 0,4 ^s	13,0 ^o	Position horizontale
10-11	— 3,0	+ 0,1	12,9	»
11-12	— 2,9	— 0,1	12,1	»
12-13	— 3,0	— 0,6	12,4	»
13-14	— 3,6	+ 0,2	11,5	»
14-15	— 3,4	+ 0,2	11,6	»
15-16	— 3,2	— 0,1	11,4	»
16-17	— 3,3	+ 0,5	11,1	»
17-18	— 2,8	+ 2,1	11,0	»
18-19	— 0,7	— 2,3	29,1	» à l'étuve
19-20	— 3,0	— 0,2	10,1	»
20-21	— 3,2	— 0,4	1,3	» à la glacière
21-22	— 3,6	— 0,7	8,8	»
22-23	— 4,3	+ 0,3	8,7	»
23-24	— 4,0	+ 0,7	8,9	»
24-25	— 3,3	— 0,5	8,8	Position verticale, pendu
25-26	— 3,8	— 0,2	9,0	»
26-27	— 4,0	+ 0,1	9,1	»
27-28	— 3,9	— 0,3	9,2	»
28-29	— 4,2	0,0	9,2	»
29-30	— 4,2	+ 0,2	9,2	»
30-31	— 4,0	+ 0,1	9,3	»

TABLEAU XIII.

C. PRIX N° 4 (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1890				
Oct. 31- 0	— 3,9 ^s	— 0,8 ^s	10,0 ^o	Position verticale, pendu
Nov. 1- 2	— 4,7	+ 0,8	9,8	»
2- 3	— 3,9	— 0,7	9,5	»
3- 4	— 4,6	— 0,2	10,0	»
4- 5	— 4,8	+ 0,5	10,0	»
5- 6	— 4,3	— 0,1	10,4	»
6- 7	— 4,4		10,5	»
Marche moyenne				— 3,61
Variation moyenne				± 0,33
du plat au pendu				— 1,03
» pour 1° de température				+ 0,09
Différence de marche avant et après les épreuves thermiques				0,8
Différence entre les marches extrêmes				4,1

PROCÈS-VERBAL

DE LA 34^e SÉANCE DE LA

COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE

TENUE A

l'Observatoire de Neuchâtel, le 14 Juin 1891.

34^e séance de la Commission géodésique suisse.

*Présidence de M. le Professeur Wolf, directeur de
l'Observatoire de Zurich.*

La séance est ouverte à 4 1/2 heure.

Sont présents : M. le professeur *Hirsch*, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel, secrétaire de la Commission géodésique suisse ; M. le colonel *Lochmann*, chef du Bureau topographique fédéral ; M. *Rebstein*, professeur de mathématiques à l'Ecole cantonale de Zurich.

M. l'ingénieur *Messerschmitt* assiste à la séance comme invité, avec voix consultative.

M. le colonel *Dumur*, invité comme membre honoraire, s'excuse de ne pas prendre part à la séance par suite d'autres travaux qui absorbent tout son temps.

M. le *Président* rappelle la perte que la Commission a faite par la mort du colonel Gautier, décédé à Genève le 24 février dernier. Sans vouloir faire ici l'éloge de l'ancien directeur de l'Observatoire de Genève, le Président tient à relever les mérites du regretté collègue qui a voué toujours le plus grand intérêt à l'œuvre de la Commission, dont il a fait partie depuis 1883.

M. *Hirsch* tient à remplir un devoir d'amitié et croit, du reste, agir dans l'esprit de ses collègues, en vouant au

sein de la Commission suisse quelques mots de pieux souvenir au géodésien éminent et au savant officier qui a présidé depuis son origine l'Association géodésique internationale, avec un mérite et un talent si exceptionnels et si généralement reconnus, qu'aux réélections il a constamment réuni l'unanimité des suffrages et qu'il a conservé jusqu'à sa mort le respect et l'amitié de tous ses collègues.

C'est au sein de l'Association même qu'il convient de rendre hommage au rôle prépondérant que le Général Ibañez, Marquis de Mulhacén, a joué dans cette organisation scientifique internationale, et de faire valoir les grands et nombreux travaux dont il a enrichi la géodésie en Espagne et en Europe. Mais il est permis à notre Commission fédérale de rappeler avec reconnaissance le grand service que le Général Ibañez a rendu à l'œuvre géodésique en Suisse, lorsqu'en 1880 non seulement il nous a prêté son excellent appareil à mesurer les bases, un des plus parfaits qui soient connus, mais qu'il est venu lui-même, avec son personnel exercé par la mensuration de huit bases espagnoles, exprès de Madrid à Aarberg pour exécuter une première double mesure de notre base centrale, et nous initier ainsi dans tous les détails du maniement de ces délicats instruments qu'il nous a laissés ensuite pendant l'année 1881, afin de mesurer deux autres bases à Weinfelden et à Bellinzona. L'instrument universel appartenant à l'Institut géodésique d'Espagne est même resté à notre disposition, jusqu'à ce que MM. Repsold frères nous eussent livré un appareil semblable, ce qui nous a permis de continuer nos travaux sans interruption. La Suisse a donc des raisons particulières de reconnaissance envers ce savant officier, dont le nom figurera avec éclat dans l'his-

toire de la géodésie du XIX^{me} siècle et dont la mémoire restera vivante dans l'esprit de tous ceux qui ont eu le bonheur de connaître de plus près cet homme généreux et aimable.

La Commission étant chargée de combler les vacances qui se produisent dans son sein, le *Président* propose de procéder au choix d'un cinquième membre.

La Commission est unanime à désigner M. *Raoul Gautier*, directeur de l'Observatoire de Genève, et charge son bureau de faire connaître cette décision au Président du Comité central de la Société helvétique des Sciences naturelles pour en donner connaissance à la prochaine Assemblée générale, et de communiquer à M. Gautier sa nomination.

M. le *Président* pense que la Commission voudra suivre l'ordre du jour habituel de ses séances, comprenant :

1^o Rapport sur les comptes de 1890 ;

2^o Rapport sur les travaux astronomiques et géodésiques de M. Messerschmitt en 1890 et programme des travaux à exécuter dans le courant de cette année ;

3^o Rapport sur les nivellements exécutés par M. Durheim en 1890 et sur la publication des 9^{me} et 10^{me} livraisons du « Nivellement de précision » ; nivellements proposés pour la campagne de 1891 ;

4^o Rectification du budget de 1891 et prévisions budgétaires pour l'exercice de 1892.

Sur l'invitation du Président, M. le colonel *Lochmann* soumet d'abord les comptes de 1890, lesquels, visés par le Président, ont été reçus par le Comité central de la Société helvétique.

Voici le tableau de ces comptes :

géodésique pour l'exercice 1890.

1891	<i>Dépenses.</i>	Fr.	Cent.	Fr.	Cent.
49 janvier	Ingénieurs de la Commission :				
	Traitement de M. Messerschmitt . . .	4000	—		
	Supplément pour frais de campagne au même	4320	—		
	Aides, héliotropistes, frais de construction et de transport, remboursement de frais au Bureau topographique . . .	3489	55	8809	55
	Contribution annuelle à l'Association géodésique internationale pour 1890 (240 Marks)			298	45
	Frais de la séance de la Commission et du délégué suisse à la Conférence de Fribourg i/B.			897	—
	Frais d'instruments et de matériel (Peyer, Favarger et Ce, Repsold, Arsenal de Berne, transport du Théodolite espagnol) . . .			668	20
	Frais d'impression du vol. V de la Triangulation suisse			2625	90
	Frais de nivellements en 1890 : part afférente de la Commission pour le nivellement de la Reuss et de la Thour . . .			2500	—
	Frais d'impression (Stämpfli)			8	50
	Menues dépenses du Président et du Secrétaire			27	70
	Frais de bureau et indemnité au comptable remboursés au Bureau topographique . .			41	95
	Total			15877	25
1891					
20 janvier	Solde actif à nouveau			5039	52
				20946	77

Après avoir approuvé ces comptes et remercié M. le Colonel Lochmann pour sa gestion, la Commission renvoie à la fin de la séance l'établissement définitif du budget de l'exercice courant ainsi que les prévisions budgétaires pour 1892.

M. le professeur *Rebstein* rend ensuite compte du rapport de M. Messerschmitt sur ses travaux de l'année dernière ; ce rapport a du reste circulé parmi les membres de la Commission.

Quant aux travaux de campagne, M. Rebstein relève le fait que, malgré le temps très peu favorable, M. Messerschmitt a terminé quatre stations ; il a pu profiter de 51 jours d'observation, qui se répartissent de la manière suivante :

<i>Berra</i> ,	15	jours (10 juillet — 2 août).
<i>Chasseral</i> ,	14	» (10 août — 9 septembre).
<i>Middes</i> ,	12	» (13 septembre — 28 septembre).
<i>Gurten</i> ,	10	» (3 octobre — 13 octobre).

I. STATION DE LA BERRA

La station a été rattachée à celles de Tête-de-Ran, de Chasseral et du Gurten. Les angles suivants ont été mesurés chacun 12 fois :

Tête-de-Ran — Chasseral.	. . .	19 59 54,80
Tête-de-Ran — Mire ¹ .	. . .	27 2 13,59
Tête-de-Ran — Gurten B.	. . .	67 1 26,98 ₅
Chasseral — Mire	. . .	7 2 19,44
Mire — Gurten B.	. . .	39 59 12,32 ₅
Mire — Berra Sign. C.	. . .	115 13 45 —

¹ Cette mire a servi aux mesures azimutales.

La distance de la mire au pilier d'observation a été de 1223 mètres, et celle de ce dernier au Signal, par double mesure, 133^m86. La distance zénithale de la mire est 93°2'35", celle du Signal de la Berra (sommet) 71°9'31", et celle du Gurten B 91°31'47". Enfin, le pilier d'observation se trouve de 45^m5 au-dessous de la surface supérieure du Signal.

Quant à la hauteur du pôle, qui n'est pas encore définitivement réduite, sa valeur provisoire est, d'après

les observations astronomiques . . .	$\varphi = 46^{\circ}40'44,9$
la valeur géodésique donne, par Berne.	$B = 46^{\circ}40'38,2$
donc déviation (astronom.-géodés.). .	$+ 6,7$

L'azimut de la mire sur le Käseberg A = 3°23'24" à l'Ouest du méridien.

II. STATION DE CHASSERAL

Le pilier astronomique est distant du Signal, par double mesure, de 648^m69.

Pour les mesures d'azimut, on s'est servi d'un signal placé sur le Spitzberg, éloigné du Chasseral de 6940 mètres. La valeur de l'azimut est

$$A = 83^{\circ}21'58''$$

Les angles, mesurés avec un théodolite prêté par le Bureau topographique, sont les suivants :

a) *Sur le pilier astronomique.*

Spitzberg — Berra.	85 28 38,09
Spitzberg — Gurten B.	45 6 52,47
Chasseral (Signal) — Spitzberg . .	22 41 11,75

b) *Sur le Signal.*

Gurten — Tête-de-Ran.	111° 31' 19,48"
Berra — Tête-de-Ran	40 8 1,83
Chasseral (Pil. astr.) — Spitzberg	155 6 26,9

Les données de rattachement au Spitzberg ne sont pas encore calculées.

Pour la hauteur du pôle, déduite des observations astronomiques d'une nuit, on trouve, par une réduction provisoire $\varphi = 47^{\circ} 8' 7,3''$
 tandis que la valeur géodésique est . . . $B = 47^{\circ} 8' 3,6''$
 donc, déviation (astron.-géodés.) $+ 3,7''$

Si cette valeur était confirmée par les observations ultérieures, Chasseral différerait des autres stations du Jura, pour lesquelles on a trouvé partout des déviations négatives, savoir : à Tête-de-Ran, — 7,7, à Chaumont — 17,7, à Neuchâtel — 15,6, au Weissenstein — 11,3.

III. STATION DE MIDDES

Dans cette station, on a pu utiliser pour les mesures d'azimut le Signal de la Berra; l'azimut n'est pas encore calculé.

Pour le rattachement au réseau géodésique on pourra utiliser la triangulation du Canton de Fribourg.

Pour la hauteur polaire, la réduction provisoire donne :

$\varphi = 46^{\circ} 16' 14,9''$
 tandis que la valeur géodésique est. . . $B = 46^{\circ} 16' 13,0''$
 donc, déviation (astron.-géodés.) $+ 1,9''$

IV. STATION DU GURTEN

Pour les observations azimutales, on s'est servi d'une mire établie à l'Observatoire de Berne à la distance de 4^m565 du cercle méridien.

La hauteur du pôle, astronomique . . . $\varphi = 46^{\circ} 55' 10,0''$
 » » géodésique . . . $B = 46^{\circ} 55' 7,0''$
 donc, déviation $+ 3,0''$

En résumant les déviations de la verticale déterminées jusqu'à présent, on trouve pour les 6 stations suivantes, dont celles de Chaumont, Portalban et Middes sont situées presque exactement sur le méridien de Neuchâtel :

Stations.	Altitude.	Distance.	Déviation (astron.-géodés.)	
			p ^r rapport à Berne.	en suppo- sant + 4" p ^r Berne.
Tête-de-Ran . . .	1330 ^m	4 ^{km}	— 7,7	— 3,7
Chaumont . . .	1000		— 17,7	— 13,7
Neuchâtel . . .	490		— 15,16	— 11,6
Portalban . . .	490	9	— 5,5	— 1,5
Middes . . .	740	15	+ 1,9	+ 5,9
Berra . . .	1720		+ 6,6	+ 10,6

Les travaux de bureau de M. Messerschmitt se rapportent à la publication du 5^{me} volume de la *Triangulation suisse*, ainsi que des *coordonnées géographiques*; un tirage à part de cette dernière publication a été distribué aux gouvernements des cantons.

M. Messerschmitt a en outre réduit une partie de ses

observations de la dernière campagne; ces réductions n'ont pas pu être achevées complètement, parce qu'à partir du commencement de l'année courante, il a dû s'occuper, sous la direction de M. Hirsch, des travaux exigés par la publication des 9^{me} et 10^{me} livraisons du *Nivellement de précision*.

En ce qui concerne la continuation des observations astronomiques destinées à l'étude des déviations de la verticale, M. *Rebstein* appuie les propositions de M. Messerschmitt d'entreprendre en premier lieu les stations de Naye, Napf et Gurnigel, et en second lieu celles de Friesenberg, Suchet et Dôle, ainsi que de combiner dans ces stations, avec les observations astronomiques, des déterminations de la pesanteur avec le pendule de Sterneek.

En terminant son rapport, M. *Rebstein* propose les résolutions suivantes :

1^o Remercier M. Messerschmitt pour les bons services qu'il a rendus à la Commission ;

2^o Afin d'activer les travaux de calcul, autoriser M. Messerschmitt à s'adjoindre un calculateur et voter le crédit nécessaire ;

3^o Conformément au désir exprimé par M. Messerschmitt, assurer l'ingénieur et ses aides contre les accidents, comme le fait le Bureau topographique pour son personnel ;

4^o Accorder une indemnité de logement à M. Messerschmitt, qui a dû quitter les chambres mises jusqu'ici à sa disposition par l'Observatoire de Zurich ;

5^o Faire l'acquisition d'un second chronomètre pour les observations de pendule ;

6^o Avancer autant que possible jusqu'au mois de mai

les séances de la Commission, ses membres étant ordinairement plus libres à cette époque;

7^o Après avoir obtenu les déviations de la verticale par les observations, il importe de les calculer par l'attraction des masses, ainsi qu'on l'a fait en Bavière, ou d'après la méthode indiquée par M. Helmert dans le deuxième volume de son traité, en se servant des cartes topographiques. Le Bureau topographique pourrait peut-être se charger de ce travail. Ce serait, dans une certaine mesure, le développement des essais tentés dans cette direction par feu M. Denzler, ancien membre de la Commission.

8^o Autoriser M. Messerschmitt à joindre aux autres observations dans les stations des mesures de variations magnétiques au moyen du magnétomètre de Meyer. Cette question a du reste déjà été résolue affirmativement par correspondance. Il serait désirable d'étendre ces observations magnétiques aussi aux mesures d'inclinaison et de déclinaison, pour lesquelles on possède en Suisse très peu de données.

M. le *Président* ouvre une discussion générale sur le rapport de M. Rebstein et pense qu'il convient d'examiner ensuite successivement les diverses propositions qu'il contient.

M. *Hirsch* a parcouru attentivement le rapport de l'ingénieur, dont M. Rebstein vient de rendre compte. Il s'associe aux remerciements à exprimer à M. Messerschmitt; mais il tient à présenter quelques remarques sur certains points de son travail et tout en acceptant plusieurs de ses propositions, appuyées par M. Rebstein, il n'en approuve pas d'autres et désire en modifier quelques-unes.

Ainsi, M. *Hirsch* n'a pas trouvé dans le rapport de M.

Messerschmitt des données sur la détermination des niveaux de l'instrument universel; il demande des explications à ce sujet.

M. *Messerschmitt* répond qu'on a déterminé au petit cercle méridien de Zurich les valeurs des parties des niveaux, avant et après la campagne; on a trouvé: au printemps, pour le niveau de l'axe

$$v = 1''.1817 + 0''.0014 (l - 25^p),$$

pour le niveau des microscopes

$$v = 1''.0970 + 0''.0065 (l - 25^p),$$

et en automne une série de contrôles ont fourni, pour le premier niveau $v = 1''.190$ et pour l'autre niveau, $1''.093$. Comme ces valeurs sont comprises dans l'incertitude des anciennes déterminations, on a conservé les valeurs antérieures.

Quant aux déviations de la verticale, M. *Hirsch* a été vivement intéressé par les nouveaux résultats obtenus dans la dernière campagne, qui paraissent s'accorder parfaitement avec la marche qu'il a reconnue dans les attractions exercées par les massifs du Jura et des Alpes sur les différentes stations échelonnées du Nord au Sud le long du méridien de Neuchâtel. Bien que ces résultats ne soient que provisoires, M. *Hirsch* pense que les réductions définitives ne feront que les préciser sans les changer notablement, sauf pour celui de Chasseral qui malheureusement ne repose que sur des observations de latitude faites dans une seule soirée, évidemment insuffisantes pour obliger à admettre la curieuse anomalie que

paraîtrait présenter la déviation sur ce seul sommet, comparée à celle de toutes les autres stations du Jura.

Pour cette raison, M. Hirsch regrette que M. Messerschmitt ne soit pas resté quelques jours de plus au Chasseral, où il faudra retourner pour donner à cette importante station de notre réseau des déviations la même certitude qu'aux autres. Il aurait été également préférable de mesurer à la station de Middel quelques angles pour la rattacher à notre réseau de premier ordre, au lieu de se fier pour cela à une triangulation cantonale.

Quoi qu'il en soit, il importe de compléter autant que possible ces recherches sur les déviations, qui ont suscité le plus vif intérêt au sein de la Conférence internationale à Fribourg, à laquelle M. Hirsch a communiqué les premiers résultats acquis. La Suisse est naturellement le pays classique pour ce genre d'études et la Commission géodésique a le devoir de les élucider toujours davantage.

Dans ce but, et pour terminer d'abord les recherches dans la région du méridien de Neuchâtel, M. Hirsch insiste sur la nécessité de commencer la campagne de cette année avec la station de Naye, située presque exactement dans ce méridien et dont MM. Messerschmitt et Rebstein s'exagèrent les difficultés; car malgré son altitude de 2040^m, la température n'y doit pas être sensiblement au-dessous de celle du Chasseral. Au reste, M. Lochmann pourra probablement fournir des renseignements sur les moyens de transport et les facilités de trouver à se loger dans le voisinage du sommet.

M. *Lochmann* ne saurait donner de mémoire des renseignements précis sur la température ni sur les facilités d'installation dans cette station; mais autant qu'il s'en souvient, l'accès n'en est pas difficile et il existe, à un ou

deux kilomètres du sommet, des chalets et une auberge qui permettent de s'y loger. Sur la question de savoir si la neige du printemps y a disparu, on pourrait se renseigner par télégraphe auprès de M. Buffat, topographe à Lausanne, ce qui est fait séance tenante.

Afin d'utiliser autant que possible le mois de juillet pour cette haute station, qui doit être commencée en premier lieu, M. *Hirsch* propose que l'ingénieur s'y rende immédiatement en reconnaissance pour fixer le point de la station et commander les piliers pour l'instrument universel et pour le pendule à réversion. Car, puisque d'après les renseignements obtenus par M. Messerschmitt dans son dernier voyage à Vienne on doit renoncer à se procurer un pendule Sterneck pour cette campagne, M. *Hirsch* pense que, conformément aux décisions antérieures de la Commission, il faudra utiliser dès à présent l'excellent appareil de Repsold que, dans ce but, on a fait remettre en parfait état par son constructeur.

M. Messerschmitt s'exagère la difficulté d'installation de cet appareil; un pilier triangulaire de 70 centimètres de côté suffit; il faudra en outre agrandir convenablement la largeur de l'abri d'observation pour pouvoir observer à 3^m,5 environ de distance du pendule.

L'objection soulevée par M. Rebstein que cet appareil ne conviendrait qu'à des stations fixes et que sous un abri en bois il serait dérangé par la force des vents, est contredite par l'expérience; il va sans dire qu'on n'observera pas pendant des tempêtes, ce qui serait du reste impossible aussi avec le pendule de Sterneck.

Il ne faut pas non plus craindre que ces observations de pendule prolongent trop le temps de séjour dans les stations, car elles se font pendant le jour; une déter-

mination complète peut s'obtenir dans une heure, de sorte qu'on peut en faire au besoin deux par jour; on utilisera pour cela les déterminations de l'heure, que l'ingénieur est obligé de faire également pour ses observations astronomiques, de sorte qu'il y aura notable économie de temps et d'argent en combinant ainsi les deux genres de travaux, au lieu de devoir retourner plus tard exprès aux stations pour y observer le pendule.

Enfin, M. Hirsch ne croit pas nécessaire de faire, en vue de ces mesures de la pesanteur, l'acquisition d'un second chronomètre de marine, ce qui exigerait une dépense de quelques mille francs; car l'ancien chronomètre Dubois, à enregistrement électrique, a été complètement remis à neuf par M. Nardin, qui a changé non seulement l'échappement, mais aussi le balancier pour lequel il a, d'après la proposition de M. Hirsch, remplacé la lame d'acier par une lame en platine iridié, avec un succès complet, puisque la compensation est maintenant excellente et la marche presque la même pour les températures moyennes que pour les températures extrêmes. Comme preuve, M. Hirsch met sous les yeux de la Commission le bulletin de marche de ce chronomètre pendant deux mois d'épreuves qu'il a subies à l'Observatoire de Neuchâtel. Puisque M. Nardin maintient son offre obligeante de prêter un second chronomètre pour les quelques mois de campagne, M. Hirsch propose de se borner à louer pour ce temps un second chronomètre.

Ces différentes propositions de M. Hirsch au sujet de la station de Naye, et concernant l'emploi du pendule Repsold pour les mesures de la pesanteur dans cette campagne, *sont acceptées par la Commission.*

Quant aux autres stations à faire au cours de cette cam-

pagne, MM. *Hirsch* et *Lochmann* acceptent celles du Napf et du Gurnigel, et si le temps le permettait encore, la station du Suchet, afin de terminer autant que possible les travaux dans la Suisse occidentale ; sinon ils désireraient que l'ingénieur retournât à Chasseral pour y compléter la détermination insuffisante de la latitude et si possible y observer le pendule. Quant à la station de Frienisberg, elle ne serait entreprise que s'il restait du temps disponible.

La Commission vote dans ce sens.

Au sujet de la proposition de M. Messerschmitt, appuyée par M. Rebstein, de combiner avec les autres observations, dans les stations, des mesures de la variation magnétique, M. le *Président* explique qu'elle a été soumise au Comité par voie de correspondance ; d'après le résultat de cette consultation, il a commandé un magnétomètre de montagne de Meyer ; cet instrument est déjà arrivé.

M. *Hirsch* tient à répéter expressément la réserve sous laquelle il a déclaré son adhésion, savoir que ces mesures magnétiques ne figureraient qu'en second ordre et seraient entreprises seulement pour autant que les observations astronomiques et de pendule en laisseraient le temps à l'ingénieur ; ces dernières étant infiniment plus importantes pour la mission dont la Commission géodésique est chargée devraient toujours avoir le pas sur les mesures magnétiques.

Tous les membres de la Commission se déclarent d'accord avec ce principe.

M. le *Président* ayant mis en discussion la proposition de M. Rebstein concernant le calcul des attractions des masses soulevées, pour compléter l'étude des déviations

de la verticale, M. *Lochmann* déclare qu'une semblable étude pourrait bien se faire au Bureau topographique fédéral, mais non par le Bureau, dont le personnel très restreint est dans ce moment complètement occupé à des travaux urgents. Par contre, il mettrait volontiers à la disposition de celui qui voudrait se charger de ce travail toutes les ressources en cartes, minutes et levés, ainsi que tous autres renseignements que peut fournir le Bureau.

M. *Hirsch* appuie également ce projet, pour lequel il existe, outre les travaux de M. Denzler, encore quelques essais entrepris par M. Scheiblaue. Mais il rappelle qu'il s'agit, dans un tel problème, non seulement de calculer le volume des montagnes, mais aussi d'évaluer les densités de leurs différentes couches et qu'il faut, par conséquent, recourir aux lumières d'un géologue compétent. Si M. Rebstein, en s'assurant le concours d'un géologue expert, pouvait s'occuper de cette recherche, il rendrait certainement un service signalé à l'œuvre de la Commission ; sinon MM. Lochmann et Hirsch songeraient à un officier du génie, qui réunit toutes les connaissances nécessaires en mathématiques et en géologie.

La Commission décide de ne pas perdre de vue cet important sujet et invite ces Messieurs à faire des démarches dans ce sens.

Quant au désir exprimé par M. Rebstein de fixer au mois de mai la session réglementaire de la Commission, M. *Hirsch* fait remarquer que les travaux de campagne ne commencent pas dans notre pays avant la fin de juin ou les premiers jours de juillet, de sorte qu'il suffit, comme dans ces deux dernières années, que la Commission élabore le programme des travaux dans la première quinzaine

de juin. Il lui semble du reste que, dans ces limites, il faudrait chaque fois consulter les convenances des membres de la Commission sur le jour de la convocation.

Cette manière de voir est acceptée.

Comme on passe ensuite à l'examen des propositions de M. Rebstein, concernant la personne de l'ingénieur, ce dernier se retire.

Quant à la nécessité d'adjoindre un calculateur à M. Messerschmitt pour la réduction des observations, M. *Hirsch* ne peut pas admettre qu'il faille créer un poste fixe de calculateur; tous les ingénieurs précédents ont suffi à la tâche. Du reste, les observations en campagne n'absorbant que trois à quatre mois, il reste huit à neuf mois pour les travaux de bureau et de réduction. Si, par exception, comme ç'a été le cas l'hiver dernier, où des travaux pour le nivellement sont venus s'ajouter aux autres, il était nécessaire d'occuper un aide-calculateur pendant quelques mois, le bureau pourrait y pourvoir en engageant temporairement un aide parmi les étudiants du Polytechnicum ou de l'Université de Zurich.

Par contre, M. *Hirsch* adhère entièrement à la proposition d'assurer l'ingénieur de la Commission et son personnel contre les accidents. La Commission étant d'accord, M. le colonel *Lochmann* veut bien se charger d'exécuter cette mesure d'après les principes suivis à cet égard par son administration.

Enfin, la Commission alloue à M. Messerschmitt une indemnité de logement de 500 francs.

Revenant à la question de l'acquisition d'un pendule Sterneek pour les mesures relatives de la pesanteur, M. le

Président désire être informé des renseignements que M. Messerschmitt a recueillis ; ce dernier n'ayant pas trouvé M. de Sterneck à Vienne, a appris que le constructeur de ces appareils n'en fabrique plus ; il attend du reste de M. de Sterneck une réponse à la lettre qu'il lui a adressée à ce sujet.

S'il fallait renoncer à un appareil Sterneck, M. *Hirsch* proposerait l'acquisition d'un pendule Defforges, qui permet également de faire des déterminations assez rapides. Comme il aura probablement l'occasion de voir ces deux Messieurs à Florence, à la prochaine Conférence géodésique internationale, il est prêt à se charger des pourparlers nécessaires.

La Commission décide de remettre à son bureau le soin de se procurer, le plus tôt possible, un pendule pour les mesures relatives de la pesanteur.

En réponse à une demande de M. *Wolf* sur l'époque à laquelle on pourrait faire paraître le Tome VI de la *Triangulation suisse*, M. *Messerschmitt* croit pouvoir avancer les réductions de façon à en commencer la publication dans le courant de l'année prochaine.

NIVELLEMENT DE PRÉCISION

M. *Hirsch* demande la parole pour fournir quelques renseignements sur l'état actuel de la publication des 9^{me} et 10^{me} livraisons. Comme M. Autran, auquel M. *Hirsch* s'était adressé pour l'aider aux réductions qui restaient à faire et aux autres travaux préparatoires, a été empêché par d'autres occupations, M. le Président a consenti à mettre à sa disposition M. *Messerschmitt*, qui a travaillé dans ce but à Neuchâtel depuis la fin de l'année dernière

jusqu'au mois d'avril. Ce temps a pu suffire, puisque la partie essentielle de la compensation du réseau avait été élaborée déjà par M. Scheiblaue, qui avait également, avec l'aide de M. Redard, établi le catalogue des hauteurs. La 9^{me} livraison contient d'abord la réduction et les résultats des opérations exécutées de 1884 à 1887 et ensuite l'exposé des principes suivis dans la compensation du réseau, des recherches sur les erreurs des hauteurs compensées et sur le degré d'exactitude auquel on est parvenu, la discussion sur l'influence des variations de la pesanteur sur le nivellement suisse, et enfin les données principales sur la jonction de notre réseau avec ceux des pays voisins et par conséquent sur la hauteur de notre horizon fondamental de la Pierre du Niton au-dessus des différentes mers. M. Hirsch constate à cet égard que, d'après l'état actuel d'avancement des travaux dans les pays limitrophes, il paraît exister encore une différence d'environ 0^m,5 entre le niveau de la Baltique à Swinemünde et celui de la Méditerranée à Gènes; en tenant compte autant qu'il est possible actuellement des corrections orthométriques, cette différence est encore de 0^m,35.

En effet, d'après les données qui lui ont été fournies par le Bureau central et par ses collègues qui dirigent les nivellements dans les pays voisins, M. Hirsch trouve pour la hauteur de la Pierre du Niton au-dessus de la mer :

	Résultat direct.	Avec correction orthométrique.
A Marseille	+ 373 ^m ,745	+ 373 ^m ,685
A Gènes	775	737
A Trieste	563	486
A Swinemünde (L. A.)	270	420
A Swinemünde (G. I.)	315	386
Moyenne	+ 373,534	+ 373,543

En réservant les légères corrections que subiront quelques-uns de ces chiffres par l'achèvement des travaux dans les pays respectifs, et pour autant qu'il est permis de prendre une moyenne de cotes se rapportant à différentes mers, on voit qu'on peut évaluer l'altitude de la Pierre du Niton à environ 373^m,54; l'incertitude de ce nombre est cependant de plusieurs centimètres et, suivant le niveau de la mer finalement choisi, même de quelques décimètres. Aussi M. Hirsch est loin de vouloir augmenter la confusion des données qui existent sous ce rapport en Suisse, en les augmentant d'un nouveau chiffre provisoire et incertain. Conformément à la décision de la Commission, il ne publie dans la 10^{me} livraison que les hauteurs relatives à la Pierre du Niton et il ne prévoit que dans deux ans la possibilité de les transformer en cotes absolues. Du reste, jusqu'à cette époque, la Suisse fera bien de compléter le rattachement de son réseau à celui de la France qui, après la perte de Saint-Louis, ne repose plus que sur trois points, dont deux situés à la Cure, à une petite distance l'un de l'autre, et dont celui de Moillesulaz demande à être refait par rapport au nouveau repère frontière par lequel les Français ont remplacé l'ancien, détruit par une inondation du Foron.

M. Hirsch propose donc de charger M. Autran de cette dernière opération, qui n'exige que quelques jours, et de décider que la jonction entre Delémont par Porrentruy sur Delle soit exécutée dans le courant de cette année, ce qui demanderait environ un mois pour le double nivellement.

La Commission approuve ces propositions et comme M. *Lochmann* déclare qu'après le départ de M. Durheim, qui a quitté le service du Bureau topographique, il ne dispose

en ce moment d'aucun opérateur. MM. Hirsch et Lochmann sont invités à chercher un ingénieur auquel ce dernier travail pourrait être confié.

M. Hirsch met sous les yeux de la Commission un projet de carte du Nivellement suisse, que M. Lochmann a bien voulu faire exécuter dans son Bureau d'après les indications de MM. Hirsch et Messerschmitt. Cette carte contient toutes les lignes du réseau et de rattachement, distingue les lignes nivelées à double d'avec les autres et indique les repères de premier ordre. Il conviendrait de la joindre à la 10^{me} livraison, qui formerait en même temps le deuxième volume du *Nivellement de précision*, dont elle contient le catalogue des hauteurs par rapport à la Pierre du Niton.

Conformément à une décision antérieure, il sera fait un tirage à part de cette livraison, pour être mis à la disposition des administrations fédérales et cantonales, ce qui portera le tirage de ce second volume à 1500 exemplaires, tandis que la 9^{me} livraison sera tirée à 750. Il serait à désirer que la carte, tirée également à 1500 exemplaires, fût prête au moment de l'apparition du second volume.

M. Hirsch avait espéré voir cette publication aboutir avant la fin de l'année courante; mais les difficultés de toute nature qu'il a rencontrées auprès du successeur de la maison qui a imprimé les anciennes livraisons, et la lenteur désespérante qu'il met à la composition et à la correction des épreuves (en deux mois, cinq feuilles ont été composées et deux seulement corrigées) lui fournissent la preuve qu'en continuant de la sorte on pourrait tout au plus voir la 9^{me} livraison paraître cette année; il demande donc d'être autorisé à faire imprimer la 10^{me} livraison dans un autre atelier.

La Commission désirant hâter autant que possible la publication de cet ouvrage, approuve les propositions de M. Hirsch et l'invite à faire imprimer simultanément les deux livraisons. Elle prie en même temps M. le colonel Lochmann d'activer la confection de la carte du « Nivellement. »

A cette occasion, M. le *Président* rappelle qu'il n'existe plus que quelques exemplaires de la 1^{re} livraison du « Nivellement », et se demande s'il ne conviendrait pas de songer à une réimpression de cette partie de l'ouvrage. Toutefois, pour aller d'abord au plus pressant, il consent à renvoyer cette question à la prochaine séance.

M. le *Président* invite MM. Lochmann et Hirsch à rendre compte des opérations de nivellement exécutées dans le courant de l'année dernière.

M. *Lochmann* estime que le rapport de M. Durheim ayant circulé parmi les membres de la Commission, et cet ingénieur ayant quitté dernièrement le service topographique, il serait inutile de discuter en détail les propositions que renferme son rapport.

M. *Hirsch* pense toutefois qu'il serait bon de consigner au procès-verbal les principales données concernant les travaux de 1890. Cinq lignes ont été nivelées dans les vallées de la Thour et de la Reuss, d'une étendue de 202 km., dans l'intervalle compris entre le 27 mai et le 18 novembre. Ces 140 jours de campagne ont été réduits par le mauvais temps à 71 jours effectifs, ce qui fait 1^{km},45 par jour de campagne et 2^{km},9 par jour de nivellement. Avec une distance moyenne de visée de 75 mètres, l'ingénieur a fait en tout 2382 stations de l'instrument, ce qui

donne environ $33\frac{1}{2}$ stations par jour ou 15 minutes par station. Il convient d'ajouter que, pour cette campagne, l'ingénieur, contrairement à l'usage suivi jusqu'ici, a employé deux aides, l'un comme porteur de mire et pour sceller les repères, l'autre pour tenir le parasol et porter les instruments. Cette innovation a eu pour conséquence une augmentation considérable des dépenses qui, pour le travail sur le terrain, ont dépassé les anciens frais de la moitié environ.

Afin de diminuer les chances de perte ou de destruction des repères, l'ingénieur les a tous, ceux de second ordre compris, choisis et placés à l'avance, ce qui fait que ces derniers se trouvent en général distants de 1 à $1\frac{1}{2}$ km. et quelquefois même jusqu'à 4 km. On a ainsi abandonné l'ancienne habitude de marquer au ciseau aussi les points où, à la fin de la journée ou forcé par le mauvais temps, il a fallu interrompre l'opération.

Pour le reste, les anciennes méthodes ont été conservées. L'instrument employé a été le N° II, et comme mire on s'est servi d'une nouvelle, désignée par le N° III, construite comme les anciennes par M. Kern, à Aarau. Cette mire a été comparée deux fois à la Règle en fer de Berne, et deux fois sur les repères fondamentaux placés devant l'Observatoire de Neuchâtel. Ces comparaisons ont donné les résultats suivants :

Berne,	23 janvier	1890 :	4^m de la mire	$= 0,999636^m$
Berne,	22 novembre	1890		964
Neuchâtel,	14 avril	1890		530
Neuchâtel,	5 décembre	1890		760

$$\text{Moyenne : } 4^m = 0,999722 \pm 0,000093.$$

L'ancienne erreur de 6 centimètres commise sur la ligne

de la Reuss en 1889 a été trouvée par l'opération de contrôle entre Reussegg et Mühlau. La réparation de cette erreur a donc exigé 35 jours de travail et coûté un millier de francs environ.

Une grosse erreur semblable a été commise de nouveau sur la ligne de la Thour au nivellement de jonction entre Wildhaus et Werdenberg.

En présence de ces faits, M. Hirsch insiste sur la nécessité de se conformer à la règle toujours suivie autrefois de jeter encore un dernier coup d'œil dans la lunette avant de lever une station, pour vérifier le centimètre du fil du milieu.

Sur la ligne de la Reuss, entre Windisch et Cham, on trouve pour erreur kilométrique $\pm 5^{\text{mm}}$ jusqu'à $7^{\text{mm}}7$ et toute la ligne, de 49 km., présente une erreur de clôture de $0^{\text{m}}0322$, c'est-à-dire $\pm 4^{\text{mm}}6$ par kilomètre.

M. le colonel *Lochmann* s'étant déclaré d'accord avec M. Hirsch qu'il faut conserver, aussi pour ces opérations de second ordre, les anciennes méthodes consacrées par une longue expérience, M. *Hirsch* croit pouvoir se dispenser de discuter certaines modifications que l'ingénieur a proposées dans son rapport pour les méthodes d'observation aussi bien que de réduction.

M. le *Président*, après avoir remercié MM. *Lochmann* et *Hirsch* de leurs rapports, demande qu'on revienne aux questions budgétaires.

Il s'agit avant tout de revoir la prévision qu'on avait établie l'année dernière pour l'exercice courant et d'y apporter les modifications conformes aux circonstances et aux décisions prises.

Ainsi, il propose, abstraction faite de 500 fr. votés

comme indemnité de logement pour M. Messerschmitt, d'augmenter de 1000 fr. les frais de voyage et de bureau de l'ingénieur et, en raison des difficultés de quelques-unes des stations astronomiques et de la décision qu'on y déterminerait aussi la pesanteur, il croit qu'on devrait porter à 3000 fr. les frais pour ces stations.

Enfin, comme on peut espérer faire imprimer les deux livraisons du Nivellement dans le courant de cette année, M. Hirsch croit, sans pouvoir fixer dès à présent les frais exacts de cette publication, qu'on devrait prévoir pour cette année une somme de 3000 fr.

La Commission ayant adopté ces différents postes, il en résulte le

BUDGET RECTIFIÉ POUR 1891.

Recettes.

Solde actif de 1890 — en caisse le 20 jan-	
vier 1891	Fr. 5039,52
Allocation fédérale pour 1891	» 15000 —
	Fr. 20039,52

Dépenses.

Traitement de l'ingénieur	Fr. 4000 —
Indemnité de logement	» 500 —
Frais de voyage et de bureau de l'ingénieur	» 3000 —
Stations astronomiques, construction de	
piliers, etc.	» 3000 —
Contribution aux frais de nivellement en	
1891	» 2500 —
Frais d'impression	» 3000 —
A reporter	Fr. 16000 —

Report.	Fr. 16000 —
Acquisition d'instruments, pendule, etc.	» 2000 —
Séances de la Commission fédérale et de la Commission permanente internationale.	» 1000 —
Contribution annuelle à l'Association géo- désique internationale	» 300 —
Imprévu et divers	» 739,52
	Fr. 20039,52

Enfin, M. le *Président* et M. *Lochmann* soumettent un projet de budget pour 1892, qui est discuté puis adopté dans la forme suivante :

BUDGET PROVISOIRE POUR 1892.

Recettes.

Allocation fédérale pour 1892 Fr. 15000

Dépenses.

Traitement de l'ingénieur	Fr. 4000	
Indemnité de logement au même	» 500	
Frais de voyage et de bureau de l'ingénieur	» 1500	
Frais des stations astronomiques	» 2000	
Frais de nivellements	» 2500	
Acquisition d'instruments	» 2000	
Frais d'impression	» 1000	
Séances de la Commission fédérale et de la Commission permanente internationale	» 1000	
Contribution annuelle à l'Associa- tion géodésique	» 300	
Imprévu et divers.	» 200	» 15000

Ce projet de budget sera soumis en temps utile par le bureau au Comité central de la Société helvétique.

La séance est levée à 6 heures.

Le Secrétaire,

Dr Ad. HIRSCH.

Le Président,

Dr R. WOLF.



RAPPORT DU DIRECTEUR
DE
L'OBSERVATOIRE CANTONAL
DE NEUCHÂTEL
AU
DÉPARTEMENT DE L'INDUSTRIE ET DE L'AGRICULTURE
SUR LE
CONCOURS DES CHRONOMÈTRES
OBSERVÉS
PENDANT L'ANNÉE 1891



CHAUX-DE-FONDS
IMPRIMERIE SAUSER & HÆFELI
1892

RAPPORT

SUR LE

CONCOURS DES CHRONOMÈTRES

OBSERVÉS EN 1891

A

L'OBSERVATOIRE DE NEUCHÂTEL

MONSIEUR LE CONSEILLER D'ÉTAT,

Le concours de 1891 ne diffère pas notablement de celui de l'année précédente, pour la quantité aussi bien que pour la qualité des chronomètres présentés. Sur quelques points, on remarque un petit recul; sur d'autres, au contraire, on constate des progrès. Si la variation diurne moyenne a un peu augmenté, le réglage de la compensation figure parmi les meilleures années, et celui des positions a fait des progrès sensibles. Enfin les chefs-d'œuvre ne manquent pas cette fois non plus, de sorte que j'aurai la satisfaction de vous faire des propositions pour accorder tous les prix prévus par le Règlement. Malheureusement, à l'autre bout de l'échelle, la queue des refusés est encore aussi longue que dans les années précédentes.

Permettez, Monsieur le Conseiller, que je vous fournisse les preuves de cette appréciation générale, en entrant, comme d'habitude, dans les détails nécessaires sur les points essentiels.

En ce qui regarde d'abord la quantité, le tableau statistique comparatif des douze dernières années permettra de juger du mouvement des chronomètres présentés et observés :

ANNÉES	Chronomètres présentés	Bulletins délivrés	Chronomètres renvoyés sans bulletin
1880	170	134	21 %
1881	270	228	16
1882	306	234	23
1883	503	383	24
1884	346	269	22
1885	459	326	29
1886	324	237	27
1887	341	238	30
1888	346	262	24
1889	471	335	29
1890	290	201	31
1891	306	213	30

Des 93 pièces qui ont été retournées sans bulletin, 61 chronomètres ont montré des variations diurnes dépassant la limite de 2^s;

7 » n'ont pas été réglés assez près du temps moyen (> 10^s);

3 » n'ont pas été suffisamment compensés ;

- 1 chronomètre a montré une variation du plat au
pendu dépassant 10^s;
1 » s'est arrêté pendant le cours des
épreuves;
20 » ont été repris par les fabricants avant
la fin de l'épreuve, pour différents
motifs.

Vu la trop grande légèreté avec laquelle un certain nombre de fabricants continuent à présenter leurs montres — ordinairement celles qui ne doivent subir que l'épreuve incomplète de 15 jours — sans qu'ils les aient soumises eux-mêmes, ou leurs régleurs, à une observation suffisante, on peut se demander si la taxe à payer dans ces cas ne devrait pas être augmentée.

Il va sans dire que les études comparatives qui vont suivre ne concernent que les 213 chronomètres qui ont reçu des bulletins des différentes catégories.

Nous commençons par le tableau de provenance, dans lequel nous distinguons les six localités du canton de Neuchâtel d'avec les trois des cantons voisins:

<i>Chaux-de-Fonds</i>	a envoyé 82 chronomètres —	39 %
<i>Locle</i>	» 70 » —	33 »
<i>Brenets</i>	» 19 » —	9 »
<i>Neuchâtel</i>	» 16 » —	7 »
<i>Fleurier</i>	» 6 » —	3 »
<i>Ponts</i>	» 4 » —	2 »
<i>Bienne</i>	» 9 » —	4 »
<i>Ste-Croix</i>	» 5 » —	2 »
<i>St-Imier</i>	» 2 » —	1 »

213 chronomètres = 100 %

Il paraît que La Chaux-de-Fonds veut définitivement rester à la tête de la production aussi pour la chronométrie, et que le Locle qui, autrefois, fournissait de beaucoup le plus grand nombre de chronomètres, se contente du tiers. Malgré cela, le Locle remporte encore cette fois le plus grand nombre de prix, savoir 5 sur 9.

Si l'on examine la répartition des chronomètres dans les différentes classes, le tableau suivant montre de nouveau une augmentation pour la dernière classe, qui comporte l'épreuve la moins complète; en effet, elle comprend à elle seule plus de la moitié (122) de tous les chronomètres observés en 1891. Tandis que le nombre de la classe C est resté le même, les chronomètres de marine ont été moins nombreux et ceux de poche de la classe B ont diminué de la moitié. Ce sont là, il est à espérer, des fluctuations d'année en année, sans qu'on doive y voir une tendance persistante de préférer les épreuves les moins sérieuses.

CLASSES	1891	1890	1889	1888	1887
A. Chronomètres de marine, observés pendant 2 mois	6	10	5	12	8
B. Chronomètres de poche, observés pendant 6 semaines, en 5 positions	19	39	54	42	27
C. Chronomètres de poche, observés pendant 1 mois, en 2 positions	66	64	93	61	74
D. Chronomètres de poche, observés pendant 15 jours, à plat, à la température ambiante . . .	122	88	183	147	129
Total . . .	213	201	335	262	238

Ce qui est à regretter, c'est que nous n'ayons reçu cette année des chronomètres de marine que d'une seule maison. La qualité par contre des montres marines de M. Nardin s'est non seulement maintenue, mais la perfection de leur réglage a encore fait des progrès, ainsi qu'on le voit par la comparaison des résultats des cinq dernières années :

Chronomètres de marine	Variation moyenne diurne	Variation pour 1 ^o	Différence de marche entre les semaines extrêmes
1887	$\pm 0^s,17$	$\pm 0^s,086$	1 ^s ,75
1888	0 ,15	0 ,042	0 ,84
1889	0 ,14	0 ,032	0 ,72
1890	0 ,12	0 ,059	0 ,75
1891	0 ,12 ₅	0 ,030	0 ,67

On constate de même plutôt des progrès pour la première classe des chronomètres de poche, et ce ne sont que les deux dernières classes qui montrent une variation diurne plus forte, ainsi qu'on le verra par le tableau des valeurs de cet élément essentiel pour les quatre classes, pendant les sept dernières années.

Classe	1891	1890	1889	1888	1887	1886	1885
A	$\pm 0^s,12_5$	$\pm 0^s,12$	$\pm 0^s,14$	$\pm 0^s,15$	$\pm 0^s,17$	$\pm 0^s,17$	$\pm 0^s,22_5$
B	0 ,44	0 ,50	0 ,54	0 ,49	0 ,49	0 ,49	0 ,46 ₅
C	0 ,56	0 ,53	0 ,50	0 ,47	0 ,51	0 ,53	0 ,56 ₅
D	0 ,62	0 ,58	0 ,59	0 ,55	0 ,55	0 ,51	0 ,59
Total	$\pm 0^s,57$	$\pm 0^s,53$	$\pm 0^s,55$	$\pm 0^s,50_5$	$\pm 0 ,52$	$\pm 0^s,50$	$\pm 0^s,56_5$

Passant à l'étude des résultats donnés par les différents genres des principaux organes des chrono-

mètres, nous retrouvons en général les faits observés précédemment.

Pour commencer par les échappements, c'est de nouveau celui à ancre qui est de beaucoup le plus employé et qui donne pour la variation la valeur moyenne ($\pm 0^s,57$). Comme toujours, c'est l'échappement à ressort qui présente la plus faible variation diurne ($\pm 0^s,21$); toutefois des 9 pièces qui en ont été pourvues, 6 sont des montres marines avec une variation moyenne de $\pm 0^s,125$, tandis que les 3 chronomètres de poche, possédant ce même échappement, ont donné une variation de $+ 0^s,39$, c'est-à-dire à un centième près la même variation qu'on a trouvée pour les 4 chronomètres à tourbillon ($+ 0^s,38$). Voici, du reste, la fréquence et la valeur relatives des 4 genres d'échappement en 1891 :

138	chron.	à ancre	65 $\frac{0}{10}$	ont donné la variation moyenne de	$+ 0^s,57$
62	»	à bascule	29 »	»	$+ 0,63$
9	»	à ressort	= 4 »	»	$\pm 0,21$
4	»	à tourbillon	2 »	»	$+ 0,38$

213 chronomètres ont donné la variation moyenne de $\pm 0,57$

On y reconnaît que l'échappement à bascule, tout en étant moins employé qu'autrefois, a donné le résultat le moins satisfaisant.

Afin de pouvoir comparer la valeur relative et le perfectionnement graduel de ces différents genres d'échappement dans le cours des années, nous donnons leurs résultats pendant les 30 ans passés, dans le tableau suivant :

Variation diurne d'après le genre de l'échappement.

ANNÉES	ÉCHAPPEMENT à				Moyenne de l'année
	Ancre	Bascule	Ressort	Tourbillon	
1862	1s,51	1s,80	1s,02	2s,30	1s,61
1863	1,39	1,28	1,37	0,64	1,28
1864	1,14	1,47	1,17	0,66	1,27
1865	0,89	1,01	0,70	0,42	0,88
1866	0,67	0,73	1,01	0,35	0,74
1867	0,70	0,61	0,74	0,52	0,66
1868	0,57	0,56	0,66	0,29	0,57
1869	0,61	0,58	0,60	0,55	0,60
1870	0,53	0,62	0,52	0,40	0,54
1871	0,56	0,53	0,47	0,56	0,55
1872	0,53	0,46	0,54	0,58	0,52
1873	0,62	0,63	0,56	0,72	0,62
1874	0,54	0,52	0,48	0,60	0,53
1875	0,46	0,47	0,17	0,49	0,46
1876	0,54	0,53	0,53	0,24	0,53
1877	0,51	0,59	0,25	0,52	0,51
1878	0,62	0,56	0,32	0,58	0,60
1879	0,66	0,59	0,22	0,35	0,61
1880	0,50	0,51	0,28	—	0,49
1881	0,53	0,55	0,25	0,38	0,52
1882	0,52	0,66	0,78	0,43	0,55
1883	0,56	0,50	0,43	0,35	0,54
1884	0,60	0,55	0,21	0,33	0,58
1885	0,57	0,57	0,38	0,39	0,57
1886	0,51	0,51	0,22	0,29	0,50
1887	0,52	0,57	0,33	0,32	0,52
1888	0,52	0,54	0,20	0,42	0,50 ₅
1889	0,55	0,58	0,26	0,42	0,55
1890	0,53	0,57	0,16	0,48	0,53
1891	0,57	0,63	0,21	0,38	0,57
Variation moyenne des 30 ans (1862-1890) . .	0s,565	0s,629	0s,500	0s,540	0s,576
donnée par le nombre de chronomètres . . .	3970	1267	270	129	5636

Ce tableau statistique montre que le résultat général de l'année 1891 correspond à très peu près au chiffre moyen des 30 ans; ce ne sont que les échappements à ressort et à tourbillon, pour lesquels on reconnaît une reprise de perfectionnement, et qui ont cette fois donné une variation très sensiblement inférieure à la moyenne générale. L'échappement à tourbillon, à cause de sa construction compliquée et difficile, restera toujours un échappement de luxe qui ne réussit qu'entre les mains d'ouvriers véritablement artistes; il est à regretter que l'échappement à ressort, qui est au fond extrêmement simple et ne demande que beaucoup de soin dans l'exécution, ne soit pas employé davantage pour les chronomètres de poche.

L'examen des résultats fournis par les différents genres de spiraux confirme également les observations des années précédentes. Avant tout, nous retrouvons la même proportion pour l'emploi des spiraux à courbes terminales de Phillips, qui forment de nouveau le 72 %, tout en maintenant leur supériorité pour le réglage.

En voici la preuve :

Variation diurne moyenne d'après le genre de spiral.

GENRE DE SPIRAL	En 1891		De 1871 à 1891	
	Variation diurne	Donnée par chron.	Variation diurne	Donnée par chron.
Spiral plat à courbe terminale Phillips	+ 0s,56	135	+ 0s,55	3199
Spiral plat. à 2 courbes terminales Phillips . .	0 ,47	3	0 ,47	429
Spiral cylindrique à courbe Phillips	0 ,82	4	0 ,46	246
Spiral cylindr. Phillips à 2 courbes terminales .	0 ,34	11	0 ,28	37
Moyenne des spiraux Phillips	0 ,55	153	0 ,53	3911
Spiral Breguet	0 ,62	20	0 ,58	685
Spiral cylindrique ordinaire	0 ,62	40	0 ,58	393
Spiral sphérique	—	—	0 ,52	69
Moyenne des spir. ordinaires	0 ,62	60	0 ,58	1147
Moyenne générale . .	+ 0s,57	213	0 ,54	5058

On voit que cette fois encore le spiral sphérique fait défaut; il paraît que nos chronométriers abandonnent de plus en plus ce spiral, peut-être plus joli qu'utile. Sauf pour le spiral cylindrique à 1 courbe Phillips, dont le nombre est trop faible pour qu'on puisse en tirer des conclusions, les résultats de 1891 sont conformes à ceux des 20 années précédentes, tout en restant un peu au-dessous de la moyenne.

Il en est de même pour les spiraux en palladium, qui ont été employés cette fois pour 6 chronomètres

de marine avec une variation moyenne de $\pm 0^s,12$ et pour 10 chronomètres de poche avec une variation de $\pm 0^s,64$; on voit que, pour ces derniers, la variation est plus forte que pour la moyenne des spiraux en acier.

Le réglage des cinq positions, tel que nous le constatons pour les chronomètres de la classe B, malheureusement peu nombreux, a fait des progrès remarquables en 1891, car la somme des quatre variations de position est descendue de 30 %; on s'en convaincra par le rapprochement suivant :

Tableau des quatre variations de position (Classe B).

GENRE DE SPIRAL	Nombre de chronom.	VARIATION du				SOMME des quatre variations
		plat au pendu	pendant en haut au pendant à gauche	pendant en haut au pendant à droite	cadran en haut au cadran en bas	
Spiral plat à courbe terminale Phillips .	15	$\pm 1^s,54$	$\pm 1^s,86$	$\pm 1^s,34$	$\pm 1^s,68$	$\pm 6^s,42$
Spiral plat à 2 courbes Phillips.	1	0,66	0,52	0,92	0,22	2,32
Spiral cylindrique à 2 courbes Phillips .	1	1,50	3,70	2,65	0,56	8,41
Spiraux Phillips . .	17	1,48	1,89	1,39	1,53	6,30
Spiral Breguet . . .	2	0,55	0,89	0,72	2,66	4,82
Moyenne de l'année 1891	19	1,38	1,78	1,32	1,65	6,13
Moyenne de l'année 1890	39	1,66	2,91	2,90	1,37	8,84
» » » 1889	54	2,19	2,28	2,84	2,11	9,42

Le progrès de réglage dans l'année dernière est visible pour toutes les positions ; et si les deux chronomètres munis du spiral Breguet ont donné des variations plus petites, il faut y voir un fait isolé qui ne peut mettre en doute la supériorité des spiraux Phillips, prouvée par un très grand nombre de pièces et pendant une longue série d'années.

J'ajoute enfin qu'en 1891 cette supériorité des spiraux Phillips se reconnaît également dans la variation du plat au pendu, montrée par les chronomètres de la classe C ; car pour les 58 chronomètres de cette classe, munis de spiraux Phillips, cette variation est en moyenne de $\pm 1^s,98$, tandis que les 8 autres ont donné en moyenne $\pm 2^s,33$.

On a lieu également d'être satisfait de la construction et du réglage des balanciers compensés, car non seulement la variation de la marche par degré entre les températures extrêmes de 0° et 30° n'est que de $\pm 0^s,10$ et compte par conséquent parmi les résultats des meilleures années, mais l'écart de la marche pour les températures moyennes, par rapport à ce qu'il devrait être proportionnellement, est aussi sensiblement moins fort et moins fréquent que l'année précédente ; tandis qu'en 1890, il y avait 48 pièces, c'est-à-dire 43 % pour lesquelles cet écart a dépassé $\pm 2^s$, nous n'avons constaté ce défaut dans le dernier exercice que chez 29 chronomètres sur les 91 qui ont subi les épreuves thermiques, ce qui fait donc 32 %. C'est encore trop, mais il y a progrès.

Comme toujours, la plupart des chronomètres sont surcompensés, car nous avons constaté chez :

39	chronomètres	une variation thermique	<i>négative</i>	(avançant au chaud) ;
19	»	»	»	<i>positive</i> (retardant au chaud) ;
4	»	»	»	<i>nulle</i> ;
29	»	une compensation	<i>indéterminée</i> .	

En général, les chronomètres sont « bien revenus », pour employer un terme d'atelier, après les épreuves thermiques ; car la différence de marche, avant et après leur observation à la glacière et à l'étuve, n'est en moyenne que de $\pm 0^s,87$, ce qui dépasse la variation générale d'un jour à l'autre seulement de $0^s,3$.

Le progrès le plus marqué pour les chronomètres de 1891 se reconnaît à la constance de leur marche ; ainsi pour les montres des classes A et B, la différence moyenne entre les marches de la première et de la dernière semaine est cette fois-ci seulement de $0^s,88$, c'est-à-dire la plus faible que nous ayons constatée ; dans les deux années précédentes elle était de $2^s,23$ et de $1^s,07$. En outre, la différence moyenne entre les valeurs extrêmes des marches diurnes, observées chez le même chronomètre pendant toute la durée des épreuves, n'est plus que de $4^s,55$, tandis qu'en 1889 et en 1890 nous avons trouvé $5^s,20$ et $5^s,01$.

Comme d'habitude, je résume les résultats principaux de cette étude dans le tableau comparatif suivant :

Variations moyennes

ANNÉES	Diurnes	Du plat au pendu	Somme des quatre variations de positions	Pour un degré de température
1864 . . .	1 ^s ,27	8 ^s ,21		0 ^s ,48
1865 . . .	0,88	6,18		0,35
1866 . . .	0,74	3,56		0,36
1867 . . .	0,76	3,57		0,16
1868 . . .	0,57	2,44		0,15
1869 . . .	0,60	2,43		0,14
1870 . . .	0,54	2,37		0,14
1871 . . .	0,55	1,90		0,13
1872 . . .	0,52	1,99		0,15
1873 . . .	0,62	2,59	10 ^s ,03	0,15
1874 . . .	0,53	2,27	7,42	0,15
1875 . . .	0,46	1,97	8,12	0,13
1876 . . .	0,53	2,16	8,15	0,12
1877 . . .	0,51	1,98	6,54	0,11
1878 . . .	0,60	2,10	8,36	0,10
1879 . . .	0,61	1,90	7,86	0,11
1880 . . .	0,49	1,75	7,64	0,11
1881 . . .	0,52	1,86	9,18	0,13
1882 . . .	0,55	2,08	8,87	0,11
1883 . . .	0,54	1,83	10,17	0,12
1884 . . .	0,58	1,88	6,82	0,12
1885 . . .	0,57	2,45	9,18	0,14
1886 . . .	0,50	1,96	7,91	0,13
1887 . . .	0,52	2,24	8,84	0,12
1888 . . .	0,50 ₅	2,18	9,61	0,09
1889 . . .	0,55	2,19	9,42	0,12
1890 . . .	0,53	2,19	8,84	0,09
1891 . . .	0,57	1,90	6,13	0,10

DISTRIBUTION DES PRIX

Pour le prix général, il n'y a cette fois que deux concurrents, qui ont déjà figuré au concours de l'année précédente, et c'est de nouveau Monsieur Paul-D. Nardin, du Locle, auquel ce prix revient. Tout en félicitant ce vaillant artiste de se maintenir à la hauteur qu'il a su atteindre depuis nombre d'années, on peut cependant regretter qu'il exerce pour ainsi dire une espèce de royauté dans nos concours, — cette fois encore il remporte trois prix sur neuf, — et que ses remarquables succès ne suscitent pas une plus grande émulation parmi ses confrères, du moins pour le prix général et pour celui des chronomètres de marine.

Quant au prix général, voici les moyennes pour les deux fabricants qui ont présenté 12 chronomètres :

NOMS DES FABRICANTS	Nombre de pièces	Variation diurne moyenne	Variation du plat au pendu	Variation pour 1° de température	Différence entre les marches extrêmes
LIMITES RÉGLEMENTAIRES	Au moins 12	+ 0 ^s ,50	+ 2 ^s ,00	+ 0 ^s ,15	+ 5 ^s ,0
1. Paul-D. Nardin, au Locle	12	0 ,30	1 ,50	0 ,03	3 ,1
2. Ch. Humbert fils, à la Chaux-de-Fonds	12	0 ,51	1 ,36	0 ,10	5 ,1

On voit que la maison de la Chaux-de-Fonds dépasse très légèrement les limites fixées pour la variation moyenne et pour la différence entre les marches extrêmes, tandis que celle du Locle remplit très largement toutes les conditions ; et comme ses moyennes sont toutes, sauf pour la variation du plat au pendu, sensiblement plus faibles que celles de M. Humbert, il n'y a pas de doute que le prix doit lui être attribué. Et cette fois encore, son rang supérieur n'est pas dû uniquement au fait que 5 de ses chronomètres sont des montres marines ; car pour les 7 autres, qui sont des chronomètres de poche, la moyenne de la variation diurne est de $\pm 0^s,43$, celle de 1° de température $\pm 0^s,04$ et la différence entre les marches extrêmes $4^s.0$.

Pour montrer que M. Nardin ne se contente pas seulement de maintenir son rang, mais qu'il a fait encore des progrès dans la perfection du réglage, nous consignerons de nouveau dans le tableau suivant les résultats de ses 12 bulletins et leurs moyennes, comparativement avec celles des années précédentes :

Prix général.

PAUL-D. NARDIN, AU LOCLE		CLASSE	Nombre de pièces	Numéros des chronomètres	Variation diurne moyenne	Variation pour 1° de température	Variation du plat au pendu	Difference entre les marches extrêmes
	A	5	{	16/7251	+0 ^s ,10	0 ^s ,01		1 ^s ,2
				21/7466	0,14	0,03		2,6
				20/7465	0,14	0,01		2,1
				25/7788	0,13	0,06		2,5
				17/7360	0,08	0,02		1,4
	B	1	{	7529	0,33	indéterm.	1 ^s ,90	4,3
				7463	0,38	0,10	0,28	3,5
				7596	0,49	0,04	1,93	4,6
	C	6	{	6575	0,53	0,02	0,26	2,8
				6564	0,51	0,02	1,83	4,5
				7581	0,33	0,00	3,22	4,7
				7464	0,45	0,05	1,09	3,4
Moyennes gén. de 1891			12		+0,30	0,03	1,50	3,1
Moyennes gén. de 1890			12		+0,36	0,04	1,01	3,5
» » » 1889			13		+0,32	0,07	1,47	3,8

On voit que, sauf pour la variation du plat au pendu, les variations moyennes ont encore diminué et que le défaut de la compensation, de présenter pour la marche aux températures moyennes un écart de la proportionnalité dépassant 2^s, ne se rencontre cette fois que chez une seule pièce.

Quant aux chronomètres de marine, la maison Nardin est cette fois seule à concourir pour ce prix ;

en effet, le chronomètre N° 6 du tableau A est un ancien chronomètre enregistreur, le premier de ce genre, construit par feu William Dubois du Locle, et que la Commission géodésique suisse, à laquelle il appartient, a fait reconstruire dans ses organes essentiels par M. Nardin. Cependant on n'en a pas tenu compte dans les moyennes du prix général. Non seulement tous ces chronomètres de marine de M. Nardin restent pour tous les éléments du réglage largement dans les limites fixées pour le prix, de sorte que *tous* mériteraient d'être couronnés; mais le premier de la liste, le N° 17/7360, est de nouveau un chef-d'œuvre remarquable à tous égards. Sa variation diurne moyenne est, comme pour la montre marine de l'Association Ouvrière, couronnée l'année dernière, de $\pm 0^s,08$ seulement; sa compensation est presque parfaite, il avance de $0^s,02$ par degré, et la marche moyenne de la dernière semaine ne diffère de celle de la première que de $0^s,36$. De plus, c'est un de ces chronomètres enregistreurs d'un système extrêmement simple, inventé par M. Nardin, qui fournit un enregistrement très sûr et très distinct, sans que la fonction de fermer le courant électrique à chaque seconde modifie d'une manière sensible la marche du chronomètre. En effet, les expériences que nous avons exécutées à cet égard, en faisant fonctionner pendant trois jours, et chaque fois durant trois heures de suite, l'enregistrement électrique, ont donné pour la marche diurne dans ces conditions — $1^s,40$ tandis que cette marche était en général de — $1^s,31$.

La même perfection a été atteinte par l'autre chronomètre enregistreur du même artiste; car, pour le

N° 20/7465, la marche diurne avec enregistrement électrique a été de $+2^s,18$, tandis que la marche générale de cette pièce est de $+2^s,27$. On voit ainsi que M. Nardin a en effet résolu le problème important de faire enregistrer les secondes par un chronomètre, sans que sa marche en soit influencée d'une manière quelconque, ce que l'on a rarement obtenu, même pour les pendules astronomiques, du moins pour les pendules à poids. Aussi les astronomes et les géodésiens apprécient de plus en plus le mérite de ces magnifiques chronomètres enregistreurs.

Passons aux chronomètres de poche, dont la première catégorie (Classe B), — peu nombreuse il est vrai, — ne contient que des pièces qui, à quelques exceptions près, remplissent toutes les conditions des prix. Le chronomètre qui occupe le premier rang, le n° 189119 de MM. Girard-Perregaux & C^{ie}, à la Chaux-de-Fonds, est de nouveau une de ces belles pièces à tourbillon qui sont une spécialité de nos montagnes, d'autant plus précieuse que cet échappement toujours recherché à cause de sa beauté, s'est révélé comme un des meilleurs au point de vue de la précision de la marche. Réglé à un quart de seconde près au temps moyen, il ne varie d'un jour à l'autre que de $\pm 0^s,22$; avec un coefficient de compensation de $0^s,02$ dont il avance par degré; il est revenu à $0^s,3$ près à la marche antérieure, après les épreuves thermiques. La somme de ses quatre variations de position ne dépasse pas $3^s,94$, et deux d'entre elles restent même au-dessous de la demi-seconde; enfin la différence des marches de la première et de la dernière semaine n'est que de $0^s,17$. — Qui aurait cru, il y a une di-

zaine d'années, à la possibilité d'une pareille perfection de réglage pour une montre de poche?

Les deux autres prix de la classe B reviennent à des chronomètres à ancre. La pièce N° 50594 de M. P. Matthey-Doret qui, d'après la variation diurne seule, occupe la seconde place du tableau, dépasse malheureusement pour la variation du plat au pendu ($3^s,31$) la limite fixée (3^s) dans l'article 9 du Règlement, de sorte que le second prix appartient au n° 7529 de M. Paul-D. Nardin, au Locle, qui, du reste, ayant une variation diurne ($0^s,33$) de $0^s,02$ seulement plus forte, et une différence entre les marches moyennes de la première et de la dernière semaine ($0^s,45$) beaucoup plus faible, doit, d'après le Règlement, précéder la pièce de M. Matthey-Doret.

Enfin le 4^{me} chronomètre du tableau B, n° 90209 de MM. Ch^s Tissot & fils, au Locle, remplit toutes les conditions réglementaires et remporte par conséquent le troisième prix de cette catégorie.

Les quatre prix destinés aux chronomètres observés pendant un mois, reviennent aux pièces qui occupent les quatre premières places du tableau C, et qui satisfont à toutes les conditions exigées dans l'article 10 du Règlement. Le premier prix de cette classe appartient donc au n° 14790 de M. Ed. Huguenin-Courvoisier, au Locle, le second, au n° 61588 de M. Ch. Humbert fils, à la Chaux-de-Fonds; les variations diurnes de ces deux chronomètres à ancre, extrêmement faibles ($0^s,23$ et $0^s,25$) ne différant que de $0^s,02$, leur rang se trouve déterminé par la différence entre les marches extrêmes, sensiblement plus faible pour le premier. Il en est de même pour le troi-

sième chronomètre et pour le quatrième de la classe C, qui ont la même variation diurne (0^s,30), de sorte que le troisième prix échoit au tourbillon n° 42926 de **MM. Reichen & Girard, aux Brenets**, et le quatrième au n° 61591 de **M. Ch. Humbert fils, à la Chaux-de-Fonds**, qui remporte donc comme l'année dernière deux prix de la classe C. Ces deux pièces couronnées de M. Humbert ont été réglées par M. Wehrli, à St-Imier, et les deux autres par M. Borgstedt, du Locle, qui a également réglé deux des chronomètres couronnés de la classe B, tandis que le réglage des chronomètres de la maison Nardin est dû à M. H^{ri} Rozat fils.

Je termine cette partie de mon rapport, en résumant dans la liste suivante les prix que j'ai l'honneur de proposer au Conseil d'Etat de décerner, conformément aux prescriptions du Règlement :

LISTE DES PRIX PROPOSÉS

I. PRIX GÉNÉRAL de fr. 200 à **M. Paul-D. Nardin,**
au Locle.

CHRONOMÈTRES DE MARINE (Classe A)

II. Prix de fr. 150 au n° 177360 de **M. Paul-D. Nardin,**
au Locle.

CHRONOMÈTRES DE POCHE (Classe B)

- III. Prix de fr. 130 au n° 189119 de MM. Girard-Perregaux & C^{ie}, à la Chaux-de-Fonds.
- IV. Prix de fr. 120 au n° 7529 de M. Paul-D. Nardin, au Locle.
- V. Prix de fr. 110 au n° 90209 de MM. Ch.-F. Tissot & fils, au Locle.

CHRONOMÈTRES DE POCHE (Classe C)

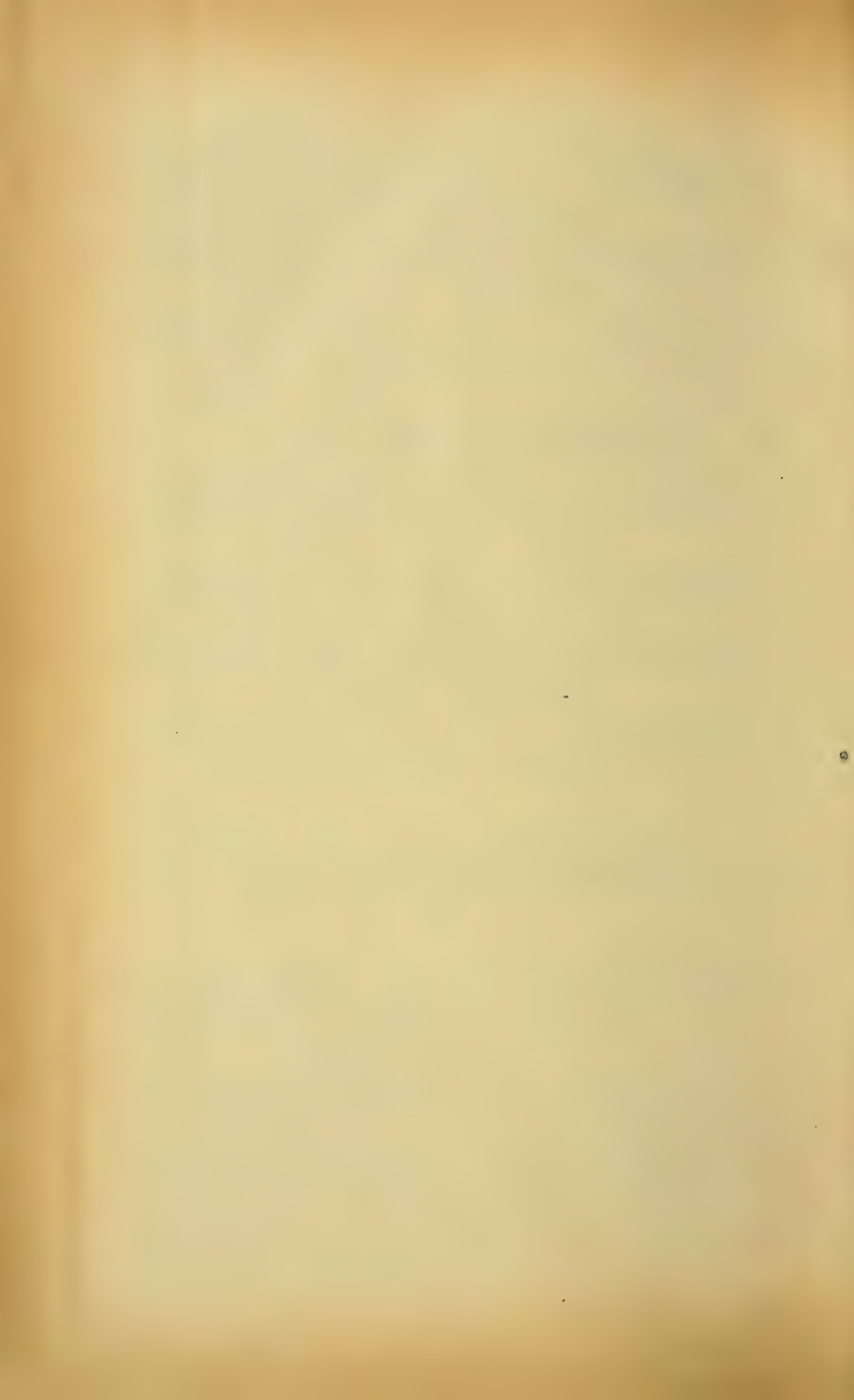
- VI. Prix de fr. 100 au n° 14790 de M. Ed. Huguenin-Courvoisier, au Locle.
- VII. Prix de fr. 80 au n° 61588 de M. Ch. Humbert fils, à la Chaux-de-Fonds.
- VIII. Prix de fr. 60 au n° 42926 de MM. Reichen & Girard, aux Brenets.
- IX. Prix de fr. 50 au n° 61591 de M. Ch. Humbert fils, à la Chaux-de-Fonds.

Veillez agréer, Monsieur le Conseiller d'Etat, l'assurance de ma haute considération.

Neuchâtel, le 10 janvier 1892.

Le Directeur de l'Observatoire cantonal,

D^r Ad. HIRSCH.





A. CHRONOMÈTRES DE MARINE

observés pendant deux mois, à l'étuve et à la glacière.

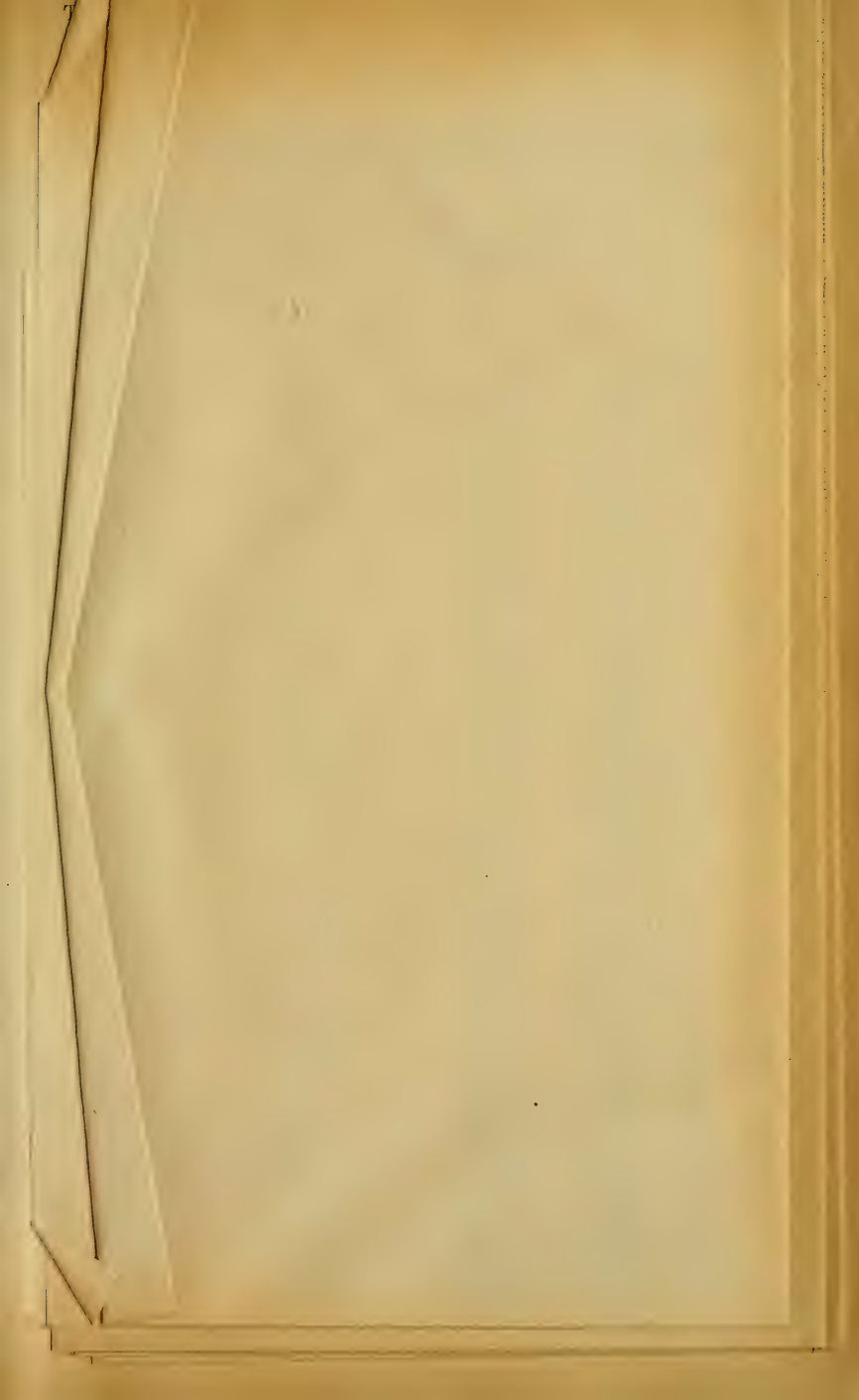
Numéros d'ordre	Page du registre	NOMS DES FABRICANTS et lieux de provenance	Numéros des chrono- mètres	Echappe- ment	Spiral	Marche diurne moyenne	Variation diurne moyenne	Variation pour 1° de température	Différence de marche avant et après l'épreuve thermique	Différence entre la première et la dernière semaine	Différence entre les marches extrêmes	REMARQUES
1	292	Paul-D. Nardin, Locle	15 7360	ressort	cyl.Ph.à 2 courb. en pallad.	- 1.31	+ 0.08	- 0.02	0.98	0.36	1.38	réglé par H ^l Rozat, fils, Locle; chronomètre enregistreur électrique; réglé au temps sidéral.
2	332	Paul-D. Nardin, Locle	16 7251	ressort	cyl.Ph.à 2 courb.	- 1.22	0.10	+ 0.01	0.39	0.42	1.22	réglé par H ^l Rozat, fils, Locle.
3	412	Paul-D. Nardin, Locle	25 7788	ressort	cyl.Ph.à 2 courb.	- 0.91	0.13	+ 0.06	1.01	1.19	2.51	réglé par H ^l Rozat, fils, Locle.
4	373	Paul-D. Nardin, Locle	20 7465	ressort	cyl.Ph.à 2 courb.	+ 2.03	0.14	+ 0.01	1.27	0.38	2.08	réglé par H ^l Rozat, fils, Locle; chronomètre enregistreur électrique; réglé au temps sidéral.
5	361	Paul-D. Nardin, Locle	21 7466	ressort	cyl.Ph.à 2 courb.	- 0.14	0.14	+ 0.03	1.04	1.42	2.56	réglé par H ^l Rozat, fils, Locle; chronomètre enregistreur électrique; réglé au temps sidéral.
6	330	William Dubois, reconstruit par P.-D. Nardin, Locle.		ressort	cyl.Ph.à 2 courb. en pallad.	- 0.47	0.16	- 0.05	0.26	0.27	2.25	réglé par H ^l Rozat, fils, Locle; chronomètre enre- gistreur électrique; appartenant à la Commission géodésique suisse.



B. CHRONOMÈTRES DE POCHE

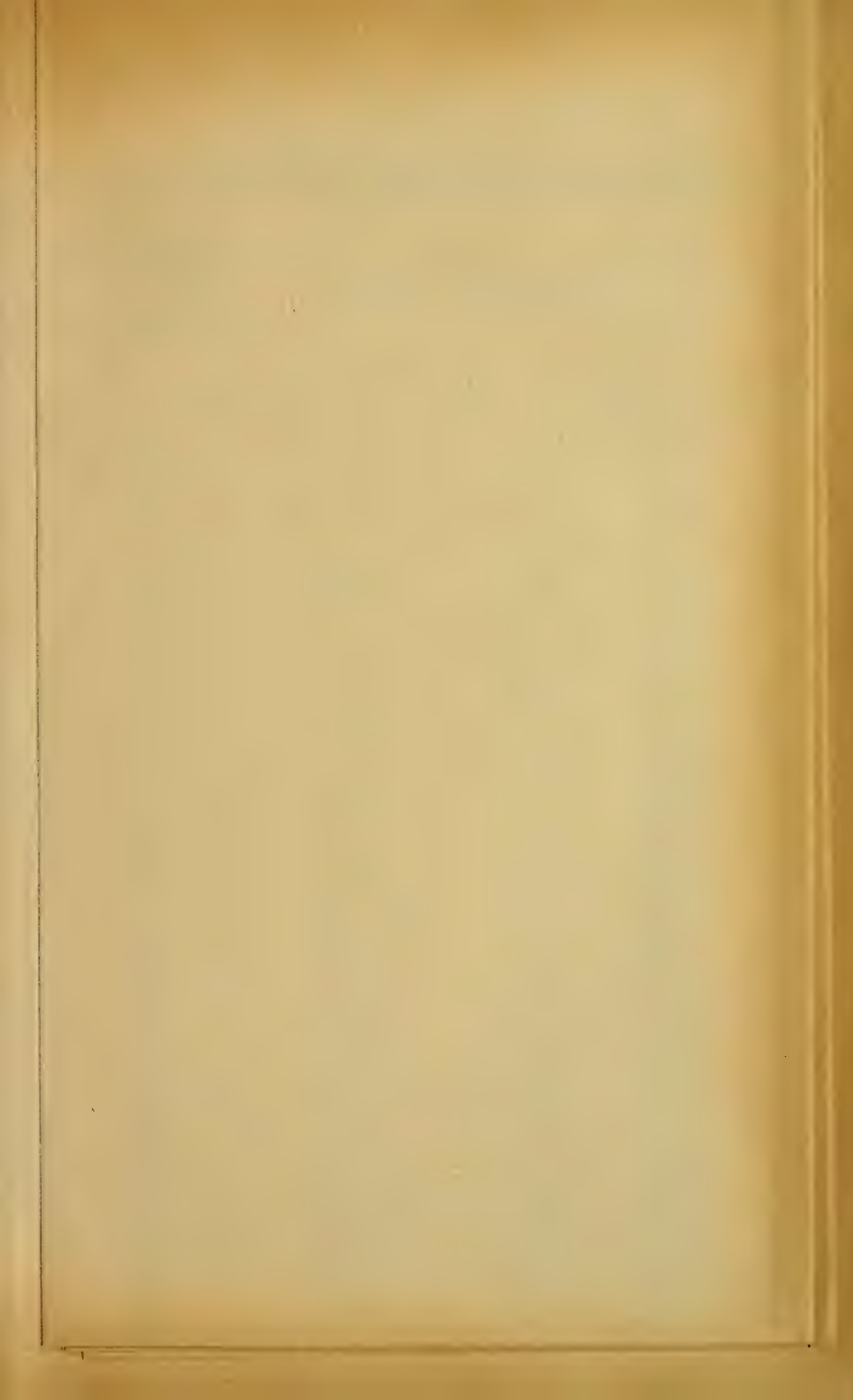
observés pendant six semaines, dans cinq positions, à l'étuve et à la glacière.

Numéros d'ordre	Page du registre	NOMS DES FABRICANTS et lieux de provenance	Numéros des chrono- mètres	Échappement	Spiral	Marche	Variation	Variation	Différence	Variation	Variation du pendu		Variation	Différence	Différence	REMARQUES
						diurne moyenne	diurne moyenne	pour 1° de température	avant et après l'épreuve thermique	du plat au pendu	au pendu à gauche	au pendu à droite	du cadran en haut au cadran en bas	entre la première et la dernière semaine	entre les marches extrêmes	
1	396	Girard-Perregaux & C ^{ie} , Chaux-de-Fonds	189119	tourbillon	pl. Ph.	- 0,24	± 0,22	- 0,03	0,3	+ 2,46	- 0,40	+ 0,70	- 0,38	0,17	4,1	réglé par F. Borgstedt, Locle.
2	422	Paul-D. Nardin, Locle	7529	ancres	pl. Ph. en pall.	0,72	0,33	indét.	0,1	+ 1,96	- 1,67	+ 1,48	0,56	0,45	4,3	réglé par H ^{ie} Rozat fils, Locle; répétit. à minute.
3	353	Paul Matthey-Doret, Locle	50594	ancres	pl. Ph.	0,64	0,31	- 0,01	1,0	+ 3,31	+ 2,76	+ 0,71	- 0,95	1,50	7,0	réglé par F. Borgstedt, Locle.
4	409	Ch.-F. Tissot & fils, Locle	90209	ancres	pl. Ph.	- 2,74	0,36	indét.	1,0	+ 0,05	+ 1,37	+ 0,22	+ 0,64	1,05	4,2	réglé par F. Borgstedt, Locle.
5	392	Association Ouvrière, Locle	20539	ressort	cyl. à 2 courbes	- 1,97	0,37	- 0,21	0,8	- 1,50	- 3,70	+ 2,65	- 0,56	1,13	10,2	réglé par F. Borgstedt, Locle.
6	364	Girard-Perregaux & C ^{ie} , Chaux-de-Fonds	189117	tourbillon	pl. Ph.	+ 0,57	0,41	+ 0,01	1,0	+ 2,29	- 1,22	- 0,32	+ 2,59	0,14	4,6	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
7	322	Association Ouvrière, Locle	19721	ancres	pl. Ph. à 2 courbes	- 0,90	0,41	- 0,06	0,2	+ 0,66	+ 0,52	+ 0,92	- 0,22	1,16	3,0	réglé par F. Borgstedt, Locle.
8	351	Ch.-F. Tissot & fils, Locle	90210	ancres	pl. Ph.	2,13	0,42	+ 0,14	0,6	- 0,43	+ 1,77	+ 1,02	+ 4,90	0,23	7,7	réglé par F. Borgstedt, Locle.
9	427	Paul Matthey-Doret, Locle	50591	ancres	pl. Ph.	- 0,26	0,42	indét.	0,7	+ 0,77	- 2,87	+ 0,83	- 0,21	0,33	4,9	réglé par F. Borgstedt, Locle.
10	422	Paul Matthey-Doret, Locle	50596	ancres	pl. Ph.	1,72	0,43	- 0,04	0,2	- 0,78	- 2,22	+ 1,68	- 4,31	0,05	5,8	réglé par F. Borgstedt, Locle.
11	339	Girard-Perregaux & C ^{ie} , Chaux-de-Fonds	119412	ancres	Breguet	0,39	0,43	- 0,08	0,9	+ 0,43	- 0,08	- 0,08	+ 4,63	0,71	6,2	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
12	349	Girard-Perregaux & C ^{ie} , Chaux-de-Fonds	197183	ancres	Breguet	0,35	0,43	indét.	1,9	+ 0,66	+ 1,70	- 1,35	- 0,69	1,08	4,7	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
13	430	Reichen & Girard, succ. de Guinand-Mayer, Brenets	41990	ancres	pl. Ph.	0,44	0,44	indét.	0,0	+ 2,22	+ 3,66	+ 0,76	- 0,46	1,93	7,7	réglé par F. Borgstedt, Locle.
14	429	Reichen & Girard, succ. de Guinand-Mayer, Brenets	41989	ancres	pl. Ph.	- 2,56	0,47	+ 0,12	0,1	+ 0,29	+ 1,70	+ 4,25	+ 3,52	0,60	6,2	réglé par F. Borgstedt, Locle.
15	428	Reichen & Girard, succ. de Guinand-Mayer, Brenets	41988	ancres	pl. Ph.	1,71	0,50	- 0,07	0,4	- 0,76	+ 4,59	+ 3,19	+ 1,18	0,26	6,0	réglé par F. Borgstedt, Locle.
16	355	Droz-Jeannot, fils, Brenets	27629	ancres	pl. Ph.	4,67	0,50	+ 0,10	1,1	+ 1,00	- 0,75	+ 0,85	+ 1,18	0,57	4,3	réglé par A. Bourquin fils; à chronographe.
17	351	Ch. Humbert, fils, Chaux-de-Fonds	60801	bascule	pl. Ph.	4,11	0,57	0,08	0,1	+ 4,12	0,58	- 1,03	- 1,46	1,17	6,3	réglé par F. Borgstedt, Locle.
18	386	Paul Matthey-Doret, Locle	50849	bascule	pl. Ph.	2,18	0,65	+ 0,12	0,8	+ 1,91	+ 2,25	+ 0,65	- 1,25	2,72	6,2	réglé par F. Borgstedt, Locle.
19	390	E. Eigenmann, élève de l'Ecole d'horlogerie, Locle	1	bascule	pl. Ph.	1,77	0,68	0,00	0,8	+ 0,77	+ 0,14	- 2,36	+ 1,66	2,68	6,4	réglé par F. Borgstedt, Locle.



observés pendant un mois, dans deux positions, à l'étuve et à la glacière.

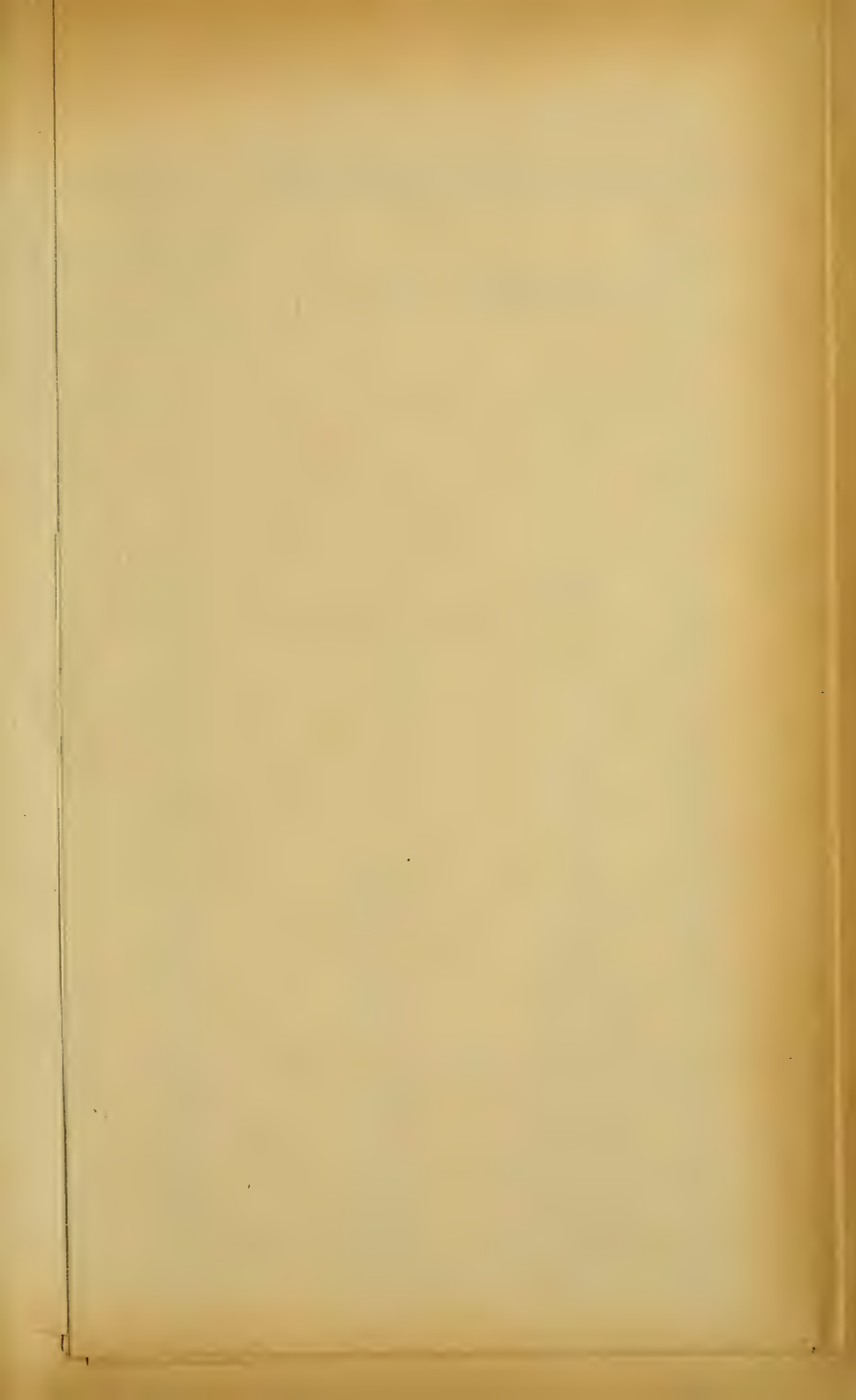
Nombres d'ordre	Page du registre	NOMS DES FABRICANTS et lieux de provenance	Numéros des chrono- mètres	Echappement	Spiral	Marche		Variation du plat au pendu	Variation pour 1° de température	Différence avant et après l'épreuve thermique	Différence entre les marches extrêmes	REMARQUES	
						diurne moyenne	variation moyenne						
1	420	Ed. Huguenin-Courvoisier, Locle	14790	ancre	pl. Ph.	+ 3,66	0,23	—	— 0,09	0,3	2,9	réglé par F. Borgstedt, Locle.	
2	407	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	61588	ancre	pl. Ph.	+ 1,50	0,25	—	— 0,15	0,1	4,0	réglé par U. Wehrli, St-Imier.	
3	426	Reichen & Girard, succrs. de Saint-Maur, Brenets	142926	tourbillon	pl. Ph.	+ 0,54	0,30	—	— 0,19	0,1	2,9	réglé par F. Borgstedt, Locle.	
4	423	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	61591	ancre	pl. Ph.	+ 4,19	0,30	—	— 0,36	0,09	4,0	réglé par U. Wehrli, St-Imier.	
5	422	Paul-D. Nardin, Locle	7581	ancre	pl. Ph.	+ 0,55	0,23	—	— 0,22	0,0	1,2	réglé par H ^{rs} Rozat fils, Locle; répétition à minutes; chronographe et compteur.	
6	425	Paul-D. Nardin, Locle	7463	ancre	pl. Ph.	— 0,33	0,28	—	— 0,10	0,5	3,5	réglé par H ^{rs} Rozat fils, Locle; à chronographe.	
7	423	Girard-Perregaux & C ^o , Chaux-de-Fonds	85009	bascule	eyl.	— 2,40	0,38	—	— 0,34	indét.	0,1	6,0	réglé par F. Borgstedt, Locle.
8	423	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	61590	ancre	pl. Ph.	— 0,07	0,28	—	— 0,23	indét.	0,9	8,4	
9	423	Reichen & Girard, succrs. de Saint-Maur, Brenets	38927	ancre	pl. Ph.	— 1,13	0,29	—	— 0,63	0,1	4,1	réglé par F. Borgstedt, Locle.	
10	420	Association Ouvrière, Locle	18676	ancre	pl. Ph.	— 1,72	0,40	—	— 0,19	— 0,14	0,9	3,9	réglé par F. Borgstedt, Locle.
11	407	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	62541	ancre	pl. Ph. à 2 courbes	+ 0,25	0,40	—	— 0,32	— 0,18	0,1	4,8	chronographe et compteur.
12	426	Ch.-Ed. Lardet, Fleurier	24183	ancre	pl. Ph.	+ 1,35	0,40	—	— 0,87	indét.	0,6	5,8	
13	421	P. à P.	437993	ancre	pl. Ph.	— 6,95	0,40	—	— 0,08	— 0,39	0,3	11,2	réglé par Z. Pantillon, Ch.-de-F.; fabriqué par J. Calme-Robert, Ch.-de-F.
14	425	Association Ouvrière, Locle	20327	ancre	pl. Ph.	+ 1,54	0,12	—	— 0,23	— 0,02	0,3	2,6	réglé par F. Borgstedt, Locle.
15	408	Paul-D. Nardin, Locle	7461	ancre	pl. Ph. en pall.	— 1,15	0,45	—	— 1,09	— 0,05	0,0	3,1	réglé par H. Rozat fils, Locle.
16	411	Reichen & Girard, succrs. de Saint-Maur, Brenets	38925	ancre	pl. Ph.	+ 0,48	0,16	—	— 0,25	indét.	0,8	1,6	réglé par F. Borgstedt, Locle.
17	480	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	61575	ancre	pl. Ph.	+ 0,58	0,17	—	— 0,31	— 0,04	1,6	2,5	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
18	422	P. à P.	437990	ancre	pl. Ph.	— 3,77	0,17	—	— 1,69	indét.	0,5	6,8	réglé par Z. Pantillon, Ch.-de-F.; fabriqué par J. Calme-Robert, Ch.-de-F.
19	407	Ch.-Ed. Lardet, Fleurier	24193	ancre	pl. Ph.	+ 0,65	0,48	—	— 0,26	— 0,17	0,5	7,9	réglé par F. Borgstedt, Locle.
20	424	Reichen & Girard, succrs. de Saint-Maur, Brenets	38930	ancre	pl. Ph.	+ 0,48	1,64	—	— 1,32	— 0,01	0,5	3,4	réglé par F. Borgstedt, Locle.
21	408	S. à P.	20533	ancre	pl. Ph.	+ 0,23	0,48	—	— 1,19	indét.	0,4	7,9	réglé par F. Borgstedt, Locle; déposé par l'Association Ouvrière, Locle.
22	426	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	61576	ancre	pl. Ph.	+ 3,23	0,49	—	— 0,84	0,06	2,0	4,1	
23	472	Paul-D. Nardin, Locle	7596	ancre	pl. Ph.	— 0,18	0,49	—	— 1,33	+ 0,04	0,1	4,5	réglé par H. Rozat fils, Locle.
24	426	C. Barbezat-Baillolet, Locle	20981	ancre	pl. Ph.	+ 1,81	0,49	—	— 3,04	0,07	0,5	6,1	réglé par F. Borgstedt, Locle; à chronographe.
25	408	Ch.-Ed. Lardet, Fleurier	24416	ancre	pl. Ph.	— 1,34	0,30	—	— 0,57	indét.	1,1	4,2	réglé par F. Borgstedt, Locle.
26	420	Girard-Perregaux & C ^o , Chaux-de-Fonds	74089	bascule	eyl.	— 0,19	0,50	—	— 0,29	— 0,24	0,8	7,4	réglé par F. Borgstedt, Locle.
27	420	Richard Muller, St-Imier	12	ressort	pl. Ph.	— 0,66	0,51	—	— 0,27	— 0,10	1,6	3,6	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
28	402	Paul-D. Nardin, Locle	6564	ancre	pl. Ph. en pall.	— 0,24	0,51	—	— 1,83	0,02	1,5	4,5	réglé par H. Rozat fils, Locle.
29	407	Reichen & Girard, succrs. de Saint-Maur, Brenets	42414	ancre	pl. Ph.	+ 2,43	0,51	—	— 4,13	indét.	0,5	12,1	réglé par F. Borgstedt, Locle.
30	472	Paul-D. Nardin, Locle	6575	ancre	pl. Ph.	— 0,33	0,53	—	— 0,26	— 0,02	0,1	2,8	réglé par H. Rozat fils, Locle.
31	421	Association Ouvrière, Locle	17908	ancre	pl. Ph.	+ 2,52	0,33	—	— 1,99	0,00	0,7	4,5	réglé par F. Borgstedt, Locle.
32	417	P. à P.	70196	bascule	eyl.	+ 1,28	0,55	—	— 0,14	+ 0,14	0,1	9,2	réglé par U. Wehrli, St-Imier; déposé par Girard-Perregaux & C ^o , Ch.-de-F.
33	416	Association Ouvrière, Locle	19994	ancre	pl. Ph.	+ 1,63	0,53	—	— 2,73	indét.	0,4	9,2	réglé par F. Borgstedt, Locle.
34	403	M. à L.	447505	ancre	pl. Ph.	+ 1,28	0,54	—	— 1,60	indét.	2,1	6,3	réglé par Z. Pantillon, Ch.-de-F.; déposé par J. Calme-Robert, Ch.-de-F.
35	402	Ch. Hornmann & C ^o , Neuchâtel	82322	bascule	eyl. pall.	— 1,68	0,55	—	— 1,06	indét.	0,7	9,2	réglé par A. Schilt-Bolle, Chaux-de-Fonds.
36	425	Ed. Huguenin-Courvoisier, Locle	4798	ancre	pl. Ph.	+ 7,01	0,56	—	— 2,39	— 0,09	0,1	4,8	
37	421	Henz frères, Locle	22706	tourbillon	pl. Ph.	+ 0,01	0,57	—	— 0,19	indét.	1,2	7,7	réglé par F. Borgstedt, Locle.
38	484	Paul Matthéy-Doret, Locle	2775	ancre	pl. Ph.	— 1,41	0,56	—	— 3,39	— 0,08	0,4	7,6	réglé par F. Borgstedt, Locle.
39	428	Ch.-Ed. Lardet, Fleurier	24182	ancre	pl. Ph.	+ 1,90	0,57	—	— 1,19	indét.	1,2	7,8	
40	407	Ch.-Ed. Lardet, Fleurier	24415	ancre	pl. Ph.	— 4,10	0,57	—	— 4,99	— 0,04	1,4	8,2	réglé par F. Borgstedt, Locle.
41	484	Paul Matthéy-Doret, Locle	2774	ancre	pl. Ph.	— 1,98	0,55	—	— 3,98	indét.	2,8	8,5	réglé par F. Borgstedt, Locle.
42	427	Reichen & Girard, succrs. de Saint-Maur, Brenets	42413	ancre	pl. Ph.	+ 3,74	0,54	—	— 0,24	0,06	0,6	5,0	réglé par F. Borgstedt, Locle.
43	404	César Zivy, Chaux-de-Fonds	2133	ancre	pl. Ph.	+ 2,70	0,60	—	— 0,92	— 0,07	0,1	7,4	réglé par F. Borgstedt, Locle; grande sonnerie, déposé par J. Barbezat-Baillolet, Locle.
44	427	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	61586	ancre	pl. Ph.	+ 2,27	0,60	—	— 3,55	— 0,04	0,6	6,2	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
45	458	Albert Kraus, succ. de Ch. Ed. Lardet, Fleurier	20673	bascule	pl. Ph. à 2 courbes	— 2,67	0,61	—	— 1,11	indét.	0,5	8,6	déposé par l'Association Ouvrière, Locle.
46	428	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	61587	ancre	pl. Ph.	— 3,42	0,62	—	— 1,94	indét.	1,2	6,1	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
47	424	Reichen & Girard, succrs. de Saint-Maur, Brenets	42843	ancre	pl. Ph.	+ 2,90	0,63	—	— 3,69	indét.	1,3	10,6	réglé par F. Borgstedt, Locle.
48	421	Ch.-Ed. Lardet, Fleurier	24192	ancre	pl. Ph.	+ 0,28	0,64	—	— 2,81	indét.	0,4	10,2	réglé par F. Borgstedt, Locle.
49	426	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	61574	ancre	pl. Ph.	— 0,69	0,65	—	— 0,12	indét.	1,2	4,3	
50	464	Ernest Francillon fils, St-Imier	1	bascul.	pl. Ph.	+ 5,20	0,65	—	— 1,66	indét.	0,2	5,8	réglé par A. Vuille-Roulet, St-Imier.
51	489	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60047	bascul.	pl. Ph. en pall.	— 0,94	0,66	—	— 0,70	— 0,12	0,7	3,5	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
52	411	Reichen & Girard, succrs. de Saint-Maur, Brenets	28926	ancre	pl. Ph.	— 0,91	0,66	—	— 2,08	— 0,22	0,2	7,6	
53	412	P. à P.	437991	ancre	pl. Ph.	— 1,72	0,65	—	— 5,21	+ 0,23	0,6	8,9	réglé par Z. Pantillon, Ch.-de-F.; fabriqué par J. Calme-Robert, Ch.-de-F.
54	420	Girard-Perregaux & C ^o , Chaux-de-Fonds	201505	ancre	Breguet en pall.	— 3,50	0,68	—	— 9,19	— 0,14	2,5	14,5	réglé par Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds; à chronographe.
55	427	Ch. Humbert fils, Chaux-de-Fonds	60377	bascule	pl. Ph.	+ 0,65	0,69	—	— 0,25	+ 0,11	1,1	5,9	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
56	484	P. à P.	85009	bascule	eyl.	— 0,39	0,70	—	— 1,75	indét.	0,6	6,8	réglé par F. Borgstedt, Locle; déposé par Girard-Perregaux & C ^o , Ch.-de-F.
57	445	Borel & Courvoisier, Neuchâtel	61925	ancre	pl. Ph.	— 4,00	0,70	—	— 3,97	0,13	0,1	9,6	réglé par F. Borgstedt, Locle.
58	419	P. à P.	437992	ancre	pl. Ph.	— 0,69	0,73	—	— 0,63	0,23	3,6	9,2	réglé par Z. Pantillon, Ch.-de-F.; fabriqué par J. Calme-Robert, Ch.-de-F.
59	412	P. à P.	437994	ancre	pl. Ph.	+ 0,75	0,75	—	— 3,30	indét.	1,1	7,4	réglé par Z. Pantillon, Ch.-de-F.; fabriqué par J. Calme-Robert, Ch.-de-F.
60	478	Paul Favre, Locle	3733	ancre	pl. Ph.	+ 3,51	0,79	—	— 1,01	+ 0,03	2,7	8,0	réglé et déposé par A. Savoye fils, Genève; à chronographe.
61	421	P. à P.	437988	ancre	pl. Ph.	— 1,57	0,79	—	— 0,60	— 0,41	0,2	11,7	réglé par Z. Pantillon, Ch.-de-F.; fabriqué par J. Calme-Robert, Ch.-de-F.
62	423	Augustin Perret, Locle	12774	bascul.	pl. Ph.	— 0,32	0,82	—	— 0,48	— 0,09	1,4	9,1	réglé par James Vogel-Jacot, Locle.
63	486	Paul Matthéy-Doret, Locle	2779	ancre	pl. Ph.	— 0,12	0,83	—	— 2,82	indét.	0,5	10,6	réglé par F. Borgstedt, Locle.
64	475	D. à P.	448590	ancre	pl. Ph.	+ 0,88	0,84	—	— 8,51	0,00	2,7	4,3	réglé par Z. Pantillon, Ch.-de-F.; fabriqué par J. Calme-Robert, Ch.-de-F.
65	401	P. à P.	428718	ancre	pl. Ph.	— 1,41	0,97	—	— 1,04	— 0,29	0,4	8,1	réglé par Z. Pantillon, Ch.-de-F.; fabriqué par J. Calme-Robert, Ch.-de-F.
66	405	M. à L.	453693	ancre	pl. Ph.	— 2,26	1,01	—	— 4,68	0,23	0,8	8,9	réglé par Z. Pantillon, Ch.-de-F.; fabriqué par J. Calme-Robert, Ch.-de-F.



D. CHRONOMÈTRES DE POCHE

observés pendant quinze jours, au plat.

Numéros d'ordre	Page du registre	NOMS DES FABRICANTS et lieux de provenance	Numéros des chrono- mètres	Echappement	Spiral	Marche		Différence entre les marches extrêmes	RÉGLEURS	REMARQUES
						diurne moyenne	Variation diurne moyenne			
1	368	Borel & Convoisier, Neuchâtel	69448	ancre	pl. Ph.	+ 2.86	+ 0.21	0.7	Lucien Grisel, Bienne	
2	325	W. Schuechlin, Bienne	9293	ancre	pl. Ph.	- 2.23	0.26	1.3	Paul Borgstedt, Locle	
3	318	Girard-Perregaux & C ^e , Chaux-de-Fonds	198588	ancre	Breguet	- 0.49	0.27	1.6	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	
4	398	Association Ouvrière, Locle	20984	ressort	eyl. Ph. à 2 courb.	- 7.83	0.28	1.3	F. Borgstedt, Locle	
5	324	D. Vannier, Locle	4073	ancre	pl. Ph.	+ 0.81	0.31	0.8	J. Vogel-Jacot, Locle	
6	320	C. Barbezat-Baillois, Locle	17104	ancre	Breguet	- 0.23	0.31	2.4	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
7	367	B. à B.	448146	ancre	pl. Ph.	- 2.39	0.31	2.0	J. Vogel-Jacot, Locle	
8	332	Ch. Hermann & C ^e , Neuchâtel	83233	bascule	eyl.	- 0.69	0.33	1.7	J. Vogel-Jacot, Locle	
9	369	Perret & fils, Brenets	21076	ancre	pl. Ph.	+ 1.57	0.36	2.7	Numa Perret & C ^e , Chaux-de-Fonds	à répétition
10	343	A. Bormand & C ^e , Ste-Croix	9266	ancre	pl. Ph.	- 0.22	0.37	1.3	Ch. Ziegler, Locle	déposé par Henchoz frères, Locle.
11	400	L. à P.	25246	bascule	ancre	- 2.17	0.37	2.5	J. Vogel-Jacot, Locle	
12	363	Perret & fils, Brenets	21078	ancre	pl. Ph.	- 2.29	0.38	3.1	Numa Perret & C ^e , Chaux-de-Fonds	à répétition
13	401	B. à N.	51246	bascule	eyl.	- 7.87	0.39	1.7	Ch. Ziegler, Locle	déposé par Clémence frères, Chaux-de-Fonds.
14	432	Ch. Hermann & C ^e , Neuchâtel	83234	bascule	eyl.	- 0.81	0.39	1.8	J. Vogel-Jacot, Locle	
15	318	A. Bormand & C ^e , Ste-Croix	9265	ancre	pl. Ph.	+ 5.13	0.39	1.9	à répétition	
16	402	Clémence frères, Chaux-de-Fonds	51239	bascule	ancre	- 4.63	0.39	2.7	Ch. Ziegler, Locle	déposé par Clémence frères, Chaux-de-Fonds.
17	380	M. à P.	24741	ancre	Breguet	- 0.43	0.40	3.8	J. Vogel-Jacot, Locle	à répétition
18	371	W. Schuechlin, Bienne	3903	ancre	pl. Ph.	- 0.27	0.41	1.2	Ch. Ziegler, Locle	déposé par Henchoz frères, Locle.
19	363	César Turlet, Bienne	2666	ancre	Breguet	- 0.39	0.41	1.4	Paul Borgstedt, Locle	
20	394	M. à L.	45370	ancre	pl. Ph.	- 0.35	0.41	1.4	Perret, Madretsch	
21	370	M. à P.	24738	ancre	Breguet	- 0.41	0.41	1.7	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
22	399	Perret & fils, Brenets	21077	ancre	pl. Ph.	- 2.41	0.41	2.3	Ch. Ziegler, Locle	déposé par Henchoz frères, Locle.
23	391	J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds	452543	ancre	pl. Ph.	- 1.87	0.41	2.4	J. Vogel-Jacot, Locle	
24	341	Augustin Perret, Locle	12571	bascule	pl. Ph.	- 0.45	0.43	1.2	J. Vogel-Jacot, Locle	
25	408	Fritz Nussbaum, Chaux-de-Fonds	1891	ancre	pl. Ph.	- 0.25	0.43	1.8	Jules Calame, Chaux-de-Fonds	
26	341	Augustin Perret, Locle	12588	bascule	pl. Ph.	- 0.44	0.44	2.7	J. Vogel-Jacot, Locle	
27	315	Ch. Hermann & C ^e , Neuchâtel	83227	bascule	eyl. pallad.	- 1.75	0.45	2.6	A. Schilt-Bolle, Ch.-de-Fonds	
28	383	Perret & fils, Brenets	21075	ancre	pl. Ph.	- 2.21	0.45	4.1	J. Vogel-Jacot, Locle	
29	387	Mosimann frères, Chaux-de-Fonds	81424	bascule	eyl.	- 1.65	0.46	1.8		
30	401	Clémence frères, Chaux-de-Fonds	45226	bascule	eyl.	- 2.55	0.46	2.6		
31	414	Mosimann frères, Chaux-de-Fonds	83955	ancre	pl. Ph.	- 2.28	0.48	3.2		
32	400	B. à N.	51245	bascule	eyl.	- 3.02	0.46	3.2		déposé par Clémence frères, Chaux-de-Fonds.
33	320	Ph. à P.	442045	ancre	pl. Ph.	+ 1.99	0.46	4.1	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
34	369	E. Robert-Mairet, Ponts	19256	bascule	eyl.	- 1.10	0.48	1.6	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	
35	361	P. à P.	448317	ancre	pl. Ph.	- 0.83	0.48	1.9	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
36	326	W. Schuechlin, Bienne	9294	ancre	pl. Ph.	- 2.37	0.50	2.1	Paul Borgstedt, Locle	
37	334	Mosimann frères, Chaux-de-Fonds	83061	ancre	pl. Ph.	- 8.31	0.50	1.9	J. Calame, Chaux-de-Fonds	
38	342	Augustin Perret, Locle	12559	ancre	pl. Ph.	- 1.35	0.51	1.6	J. Vogel-Jacot, Locle	
39	385	Paul Mattthey-Duret, Locle	2177	ancre	pl. Ph.	- 1.23	0.51	2.9	F. Borgstedt, Locle	
40	424	Rod. Schmid, Neuchâtel	21216	bascule	eyl.	- 1.05	0.51	3.3		fabricqué par L. Ph. Robert, Neuchâtel.
41	439	Rod. Schmid, Neuchâtel	21217	bascule	eyl.	- 4.59	0.52	2.1		fabricqué par L. Ph. Robert, Neuchâtel.
42	210	D. Vannier, Locle	4075	ancre	pl. Ph.	- 0.27	0.52	2.3	Laherty, Locle	
43	431	Ph. Dubois & fils, Locle	23587	ancre	eyl.	- 3.01	0.53	1.9	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	
44	382	Mosimann frères, Chaux-de-Fonds	81425	bascule	eyl.	- 0.29	0.53	2.1	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
45	367	B. à P.	44815	ancre	pl. Ph.	- 0.13	0.54	1.9	H. Dubois, Locle	répétition à minute, chronographe et compas, déposé par Bernard Lohet, Locle.
46	377	Favre-Leuba & C ^e , Locle	120181	ancre	pl. Ph.	- 2.35	0.53	2.7	Paul Borgstedt, Locle	
47	347	W. Schuechlin, Bienne	3904	ancre	pl. Ph.	- 2.63	0.54	2.8	Ch. Ziegler, Locle	déposé par Henchoz frères, Locle.
48	359	Ch. Hermann & C ^e , Neuchâtel	24739	ancre	Breguet	- 3.76	0.55	1.7	A. Schilt-Bolle, Ch.-de-Fonds	
49	346	Rod. Schmid, Neuchâtel	8324	bascule	eyl. pallad.	- 5.00	0.54	6.3	F. Borgstedt, Locle	
50	423	Reichen & Girard, sur le lac de Morat, Brenets	38028	ancre	pl. Ph.	- 1.29	0.54	6.3	F. Borgstedt, Locle	
51	385	Paul Mattthey-Duret, Locle	2176	ancre	pl. Ph.	- 0.49	0.55	16.9	F. Borgstedt, Locle	
52	408	Clémence frères, Chaux-de-Fonds	51224	bascule	eyl.	- 3.73	0.56	2.8		
53	340	C. Z., Chaux-de-Fonds	197078	ancre	Breguet	- 6.15	0.57	4.8	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	répét. à min. déposé par Girard-Perregaux & Cie, Ch.-de-Fonds
54	414	V. à P.	456464	ancre	pl. Ph.	- 2.33	0.58	2.2	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
55	385	Paul Mattthey-Duret, Locle	2178	ancre	pl. Ph.	- 4.91	0.59	5.0	F. Borgstedt, Locle	
56	370	R. à P.	448142	ancre	pl. Ph.	- 4.28	0.58	5.0	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
57	357	Noël Dracip, Genève	19254	bascule	eyl.	- 4.29	0.59	2.7	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	déposé par E. Robert-Mairet, Ponts.
58	385	C. Z., Chaux-de-Fonds	198159	ancre	Breguet en pall.	- 5.55	0.59	4.7	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	déposé par Girard-Perregaux & C ^e , Chaux-de-Fonds.
59	343	Ch. Hermann & C ^e , Neuchâtel	83228	bascule	eyl. pallad.	- 2.37	0.61	5.6	A. Schilt-Bolle, Ch.-de-Fonds	
60	362	A. Schilt-Bolle, Chaux-de-Fonds	34733	ancre	pl. Ph.	- 3.49	0.62	2.2	A. Schilt-Bolle, Ch.-de-Fonds	
61	399	L. Ph. Robert, Neuchâtel	21228	ancre	pl. Ph.	+ 8.47	0.64	3.3	A. Schilt-Bolle, Ch.-de-Fonds	



D. CHRONOMETRES DE POCHE observés pendant quinze jours, au plat.

Numéros d'ordre	Page du registre	NOMS DES FABRICANTS et lieux de provenance	Numéros des chrono- mètres	Echappement	Spiral	Marche durée moyenne	Variation durée moyenne	Différence entre les marches extrêmes	RÉGLEURS	REMARQUES
62	394	César Zivy, Chaux-de-Fonds	14011	bascule	eyl.	-4,26	0,64	4,4	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	fabricqué et déposé par J. Robert-Nicoud, Peseux.
63	403	Augustin Perret, Locle	12572	bascule	pl. Ph.	-1,47	0,64	5,3	J. Vogel-Jacot, Locle	
64	342	Augustin Perret, Locle	12589	bascule	eyl. à 2 courbes	-3,17	0,65	1,5	J. Vogel-Jacot, Locle	
65	388	J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds	448309	ancre	pl. Ph.	-4,01	0,66	2,5	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	
66	435	Augustin Perret, Locle	12573	bascule	pl. Ph.	-0,97	0,66	2,5	J. Vogel-Jacot, Locle	
67	318	D. Vannier, Locle	4072	bascule	pl. Ph.	-5,14	0,67	2,6	Laberty, Locle	
68	319	Girard-Perregaux & C ^e , Chaux-de-Fonds	191075	ancre	Breguet	-1,33	0,66	3,1	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	répétition; grande sonnerie.
69	404	Th. Lévy fils, Chaux-de-Fonds	11781	bascule	eyl.	-3,77	0,66	3,6	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	fabricqué par Renéold Kocher, Chaux-de-Fonds.
70	404	L. à P.	20619	ancre	eyl.	-1,03	0,66	3,8	Ch. Ziegler, Locle	déposé par Henchoz frères, Locle.
71	358	H. Z. & C ^e , à P.	157079	ancre	Breguet	-3,36	0,66	4,0	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	éprouvé sans déposé par Girard-Perregaux & C ^e , Ch.-de-F.
72	338	César Zivy, Chaux-de-Fonds	14009	bascule	eyl.	-0,60	0,67	2,9	Laberty et déposé par J. Robert-Nicoud, Peseux.	
73	415	Rod. Schmid, Neuchâtel	21219	bascule	eyl.	-4,42	0,67	2,5	A. Schilt-Bolle, Ch.-de-Fonds	fabricqué et déposé par L.-Ph. Robert, Neuchâtel.
74	351	Ed. Barbezat, Neuchâtel	68996	ancre	pl. Ph.	-1,00	0,67	4,6	E. Barbezat, Neuchâtel	
75	410	B. à N.	51244	bascule	eyl.	-3,37	0,68	2,1	J. Vogel-Jacot, Locle	déposé par Clémence frères, Chaux-de-Fonds.
76	310	Augustin Perret, Locle	12549	bascule	pl. Ph.	-2,53	0,69	2,0	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
77	379	B. à B.	448144	ancre	pl. Ph.	-5,10	0,69	4,2	J. Vogel-Jacot, Locle	
78	376	Bersot & C ^e , Brenets	35425	ancre	pl. Ph.	-0,19	0,70	3,0	Laberty, Locle	
79	310	D. Vannier, Locle	4074	ancre	pl. Ph.	-4,13	0,70	3,2		
80	415	Mosimann frères, Chaux-de-Fonds	83957	ancre	pl. Ph.	-6,88	0,71	3,1		
81	401	Clémence frères, Chaux-de-Fonds	51225	bascule	eyl.	-5,55	0,72	2,0	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
82	375	R. à P.	448313	ancre	pl. Ph.	-5,84	0,72	6,0	Paul Borgstedt, Locle	
83	326	W. Scheuchlin, Bienne	9295	ancre	pl. Ph.	-0,41	0,72	2,3	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	éprouvé sans déposé par J. Robert-Nicoud, Peseux.
84	388	Rod. Uhlmann, Chaux-de-Fonds	86074	bascule	eyl. à 2 courb. Ph.	-0,45	0,72	2,3	J. Vogel-Jacot, Locle	déposé par Renéold Kocher, Chaux-de-Fonds.
85	378	César Zivy, Chaux-de-Fonds	14010	bascule	eyl.	-3,15	0,72	2,5		fabricqué et déposé par J. Robert-Nicoud, Peseux.
86	412	Th. Lévy fils, Chaux-de-Fonds	11783	bascule	eyl.	-2,69	0,72	3,0	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	éprouvé sans déposé par Renéold Kocher, Chaux-de-Fonds.
87	346	C. & A. Perrenoud, Locle	51101	bascule	eyl.	-1,22	0,73	4,2	J. Vogel-Jacot, Locle	éprouvé sans déposé par Clémence frères, Chaux-de-Fonds.
88	342	Augustin Perret, Locle	12560	bascule	pl. Ph.	-0,13	0,74	3,0	Bouquin fils, Locle	
89	380	Droz-Jeanott fils, Brenets	20349	ancre	pl. Ph.	-1,35	0,74	3,9	Paul Borgstedt, Locle	
90	326	W. Scheuchlin, Bienne	9295	ancre	pl. Ph.	-3,08	0,74	4,8		
91	397	Mosimann frères, Chaux-de-Fonds	81429	bascule	eyl. Ph.	-2,55	0,74	5,5		
92	325	W. Scheuchlin, Bienne	9292	ancre	pl. Ph.	-5,57	0,74	6,0	Paul Borgstedt, Locle	
93	352	Mermol frères, Ste-Croix	69746	bascule	eyl.	-0,95	0,76	2,6	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	fabricqué par L.-Ph. Robert, Neuchâtel.
94	392	J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds	452541	ancre	pl. Ph.	-0,90	0,76	3,7	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	
95	378	M. à P.	24737	ancre	Breguet	-0,76	0,76	3,7	Ch. Ziegler, Locle	éprouvé sans déposé par Henchoz frères, Locle.
96	321	Didachein-Goldschmidt, Chaux-de-Fonds	15695	ancre	Breguet	-3,69	0,77	2,2	Tell Nusbaum, Ch.-de-F.	éprouvé sans déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
97	382	A. Breting & C ^e , Locle	16653	ancre	pl. Ph.	-0,41	0,77	5,6	F. Borgstedt, Locle	répétition à minutes.
98	391	J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds	452542	ancre	pl. Ph.	-9,73	0,77	6,2		
99	403	Clémence frères, Chaux-de-Fonds	51225	bascule	eyl.	-1,67	0,79	3,2	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	éprouvé sans déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
100	393	R. à P.	448314	ancre	pl. Ph.	-0,65	0,79	3,0	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	éprouvé sans déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
101	371	M. à L.	447506	ancre	pl. Ph.	-1,79	0,81	3,7		répét. à minutes; quantième et phases lunaires.
102	376	H. Sandoz-Sandoz, Locle	38735	bascule	eyl.	-4,15	0,81	2,4	Paul Borgstedt, Locle	
103	326	W. Scheuchlin, Bienne	9296	ancre	pl. Ph.	-0,09	0,82	2,2	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	
104	382	E. Robert-Mairet, Ponts	19255	bascule	eyl. Ph.	-0,97	0,83	2,9		
105	411	Ph. Dubois & Fils, Locle	25412	ancre	pl. Ph.	-3,94	0,84	4,5		
106	426	Rod. Schmid, Neuchâtel	21221	bascule	eyl.	-4,48	0,84	4,0		fabricqué par L.-Ph. Robert, Neuchâtel.
107	380	M. à P.	24742	ancre	Breguet	-3,59	0,84	5,8	Ch. Ziegler, Locle	éprouvé sans déposé par Henchoz frères, Locle.
108	410	Mosimann frères, Chaux-de-Fonds	82956	ancre	pl. Ph.	-6,12	0,85	6,8		
109	334	Rod. Uhlmann, Chaux-de-Fonds	87996	ancre	pl. Ph.	-1,30	0,86	2,1		
110	429	Th. Lévy fils, Chaux-de-Fonds	11782	bascule	eyl.	-7,45	0,86	4,0	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	éprouvé sans déposé par Renéold Kocher, Chaux-de-Fonds.
111	430	Z. à P.	197080	ancre	Breguet	-0,87	0,89	8,0	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	éprouvé sans déposé par Girard-Perregaux & Cie, Chaux-de-Fonds.
112	336	Oliver Beguelin, Chaux-de-Fonds	1890	ancre	pl. Ph.	-6,75	0,90	2,4		éprouvé sans déposé par Léon Droz, Chaux-de-Fonds.
113	391	L. Ph. Robert, Neuchâtel	21229	ancre	eyl.	-3,167	0,90	4,6	A. Schilt-Bolle, Ch.-de-F.	
114	353	A. Hornum & C ^e , Ste-Croix	10199	ancre	pl. Ph.	-2,25	0,92	5,4	Numa Perret & Cie, Ch.-de-F.	grande sonnerie et répétition à minutes.
115	406	H. Sandoz-Sandoz, Locle	38757	bascule	eyl. à 2 courb. Ph.	-1,85	0,93	5,0	Ch. Ziegler, Locle	éprouvé sans déposé par Henchoz frères, Locle.
116	379	M. à P.	24710	ancre	Breguet	-1,29	0,94	7,0	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	éprouvé sans déposé par L.-Ph. Robert, Neuchâtel.
117	352	Mermol frères, Ste-Croix	69747	bascule	eyl. Ph.	-2,05	0,97	6,6	L. Perrin-Jeanerret, Ch.-de-F.	à répétition.
118	338	Emile Perrin, Ponts	28	ancre	Breguet	-5,83	0,98	3,4		à chronomètre et compteur.
119	395	Ch. Robert-Tissot, Chaux-de-Fonds	9455	ancre	Breguet	-1,88	0,98	3,4		
120	362	Ch. Hornum & C ^e , Neuchâtel	82559	bascule	eyl. en pall.	-0,27	0,98	7,4		
121	311	Courvoisier frères, Chaux-de-Fonds	20657	bascule	eyl.	-1,02	0,97	3,5	A. Schilt-Bolle, Ch.-de-Fonds	éprouvé sans déposé par C. Barbezat-Baillet, Locle.
122	426	N. à H.	6904	ancre	eyl. en pall.	-2,47	1,11	2,8	J. Vogel-Jacot, Locle	fabricqué par A. Hirsch, Chaux-de-Fonds.

BULLETINS DE MARCHE

DES

CHRONOMÈTRES COURONNÉS

AU

CONCOURS DE 1891



CHRONOMÈTRE DE MARINE

à enregistrement électrique; échappement à ressort,
 spiral cylindrique à 2 courbes Phillips, en palladium;
 réglé au temps sidéral par M. H^{ri} ROZAT FILS.

N° 17/7360, de M. PAUL-D. NARDIN, au Locle.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
 le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Tempé- rature moyenne centigrade	Remarques
1890				
Déc. 18-19	— 0,64 ^s	— 0,14 ^s	7,6 ^o	A Farnioire
19-20	— 0,78	+ 0,03	8,3	»
20-21	— 0,75	+ 0,04	8,6	»
21-22	— 0,71	— 0,17	8,0	»
22-23	— 0,88	— 0,01	8,6	»
23-24	— 0,89	+ 0,02	8,5	»
24-25	— 0,87	— 0,05	8,2	»
25-26	— 0,92	+ 0,06	7,5	»
26-27	— 0,86	— 0,14	8,0	»
27-28	— 1,00	— 0,26	9,0	»
28-29	— 1,26	+ 0,27	8,2	»
29-30	— 0,99	— 0,04	8,3	»
30-31	— 1,03	— 0,08	8,5	»
1891 31- 0	— 1,11	+ 0,05	8,4	»
Janv. 1- 2	— 1,06	+ 0,02	7,0	»
2- 3	— 1,04	— 0,02	8,1	»
3- 4	— 1,06	— 0,02	8,5	»
4- 5	— 1,08	— 0,12	9,0	»
5- 6	— 1,20	+ 0,08	8,5	»
6- 7	— 1,12	— 0,19	8,1	»

TABLEAU V.

PRIX II (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Tempé- rature moyenne centigrade	Remarques
1891				
Janv. 7- 8	^s — 1,31	^s — 0,03	^o 8,8	A l'armoire
8- 9	— 1,34	— 0,04	8,5	»
9-10	— 1,38	— 0,12	7,4	»
10-11	— 1,50	+ 0,04	7,2	»
11-12	— 1,46	+ 0,13	6,5	»
12-13	— 1,33	— 0,08	7,3	»
13-14	— 1,41	— 0,19	8,3	»
14-15	— 1,60	— 0,17	8,6	»
15-16	— 1,77	+ 0,01	8,6	»
16-17	— 1,76	— 0,16	8,4	»
17-18	— 1,92	+ 0,06	7,2	»
18-19	— 1,86	0,00	6,4	»
19-20	— 1,86	— 0,14	6,5	»
20-21	— 2,00	+ 0,01	6,2	»
21-22	— 1,99	+ 0,12	6,5	»
22-23	— 1,87	+ 0,03	8,0	»
23-24	— 1,84	+ 0,05	8,5	»
24-25	— 1,79	— 0,07	8,6	»
25-26	— 1,86	— 0,11	8,0	»
26-27	— 1,97	— 0,02	7,9	»
27-28	— 1,99	+ 0,81	9,0	»
28-29	— 1,18	— 0,59	31,2	A l'étuve
29-30	— 1,77	+ 0,55	29,8	»
30-31	— 1,22	— 0,80	31,8	»
31- 0	— 2,02	+ 0,32	8,8	A l'armoire
Fév. 1- 2	— 1,70	+ 0,12	8,5	»
2- 3	— 1,58	+ 0,57	7,8	»
3- 4	— 1,01	+ 0,22	0,4	A la glacière
4- 5	— 0,79	— 0,22	0,5	»
5- 6	— 1,01	0,00	0,5	»
6- 7	— 1,01	+ 0,02	7,1	»

TABLEAU V.

PRIX II (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1891				
Fév. 7- 8	— 0,99 ^s	— 0,06 ^s	7,2 ^o	A la glacière
8- 9	— 1,05	— 0,02	7,6	»
9-10	— 1,07	— 0,03	7,5	»
10-11	— 1,10	— 0,10	7,8	»
11-12	— 1,20	+ 0,12	8,0	»
12-13	— 1,08	0,00	8,0	»
13-14	— 1,08	— 0,21	8,2	»
14-15	— 1,29	+ 0,09	8,1	»
15-16	— 1,20		7,3	»
16-17	— 1,35	— 0,15	8,0	Epreuves électriques
17-18	— 1,45	— 0,10	8,4	»
18-19	— 1,40	+ 0,05	8,5	»
Marche moyenne — 1s,31 Variation moyenne — 0,08 » pour 1^o de température — 0,02 Différence de marche avant et après l'épreuve thermique 0,98 Différence de marche entre la première et la dernière semaine 0,36 Différence entre les marches extrêmes 1,38				

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à tourbillon, spiral plat Phillips; réglé
par M. F. BORGSTEDT, au Locle.

N° 189119, de MM. GIRARD-PERREGAUX & C^{ie}, Chaux-de-Fonds.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule
normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Tempé- rature moyenne centigrade	Remarques
1891				
Sept. 6-7	— 1,3 ^s	— 0,3 ^s	16,8 ^o	Position horizontale
7-8	— 1,6	+ 0,1	16,2	»
8-9	— 1,5	+ 0,4	16,2	»
9-10	— 1,1	— 0,5	16,5	»
10-11	— 1,6	+ 0,2	16,8	»
11-12	— 1,4	+ 0,1	17,6	»
12-13	— 1,3	— 0,2	17,8	»
13-14	— 1,5	+ 1,3	17,8	»
14-15	— 0,2	— 1,2	32,4	» à l'étuve
15-16	— 1,4	+ 2,0	17,8	»
16-17	+ 0,6	— 1,8	2,2	» à la glacière
17-18	— 1,2	— 0,4	16,5	»
18-19	— 1,6	+ 0,2	16,6	»
19-20	— 1,4	— 0,2	16,6	»
20-21	— 1,6	— 0,2	16,5	»
21-22	+ 1,1	+ 2,7	16,0	Position verticale, pendu
22-23	+ 1,3	+ 0,2	15,0	»
23-24	+ 1,2	— 0,1	13,7	»
24-25	+ 1,2	0,0	12,9	»
25-26	+ 1,3	+ 0,1	12,5	»
26-27	+ 1,6	+ 0,3	12,8	»
		— 0,1		

TABLEAU VI.

B. PRIX III (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1891				
Sept. 27-28	+ 1,5 ^s	— 0,3 ^s	12,7 ^o	Position verticale, pendu
28-29	+ 1,2	+ 0,2	12,8	»
29-30	+ 1,4	— 0,3	13,2	»
30- 0	+ 1,1	— 0,1	13,8	»
Oct. 1- 2	+ 1,0	+ 0,1	14,1	»
2- 3	+ 1,1	+ 0,2	13,6	»
3- 4	+ 1,3	— 0,1	13,0	»
4- 5	+ 1,2	— 0,5	12,5	»
5- 6	+ 0,7	+ 0,3	12,5	» pendant à gauche
6- 7	+ 1,0	+ 0,9	12,7	» »
7- 8	+ 1,9	+ 0,1	13,0	» pendant à droite
8- 9	+ 2,0	— 1,1	12,7	» »
9-10	— 2,1	+ 0,3	12,4	Cadran en bas
10-11	— 1,8	— 0,1	12,0	»
11-12	— 1,9	+ 0,3	11,8	Cadran en haut
12-13	— 1,6	+ 0,3	11,8	»
13-14	— 1,3	— 0,2	11,9	»
14-15	— 1,5	— 0,3	12,2	»
15-16	— 1,8	+ 0,4	12,6	»
16-17	— 1,4	— 0,1	12,6	»
17-18	— 1,5		12,5	»
Marche moyenne — 0 ^s ,24				
Variation moyenne ± 0 ,22				
» pour 1 ^o de température — 0 ,03				
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique 0 ,3				
Variation du plat au pendu + 2 ,46				
» du pendu au pendant à gauche — 0 ,40				
» du pendu au pendant à droite + 0 ,70				
» du cadran en haut au cadran en bas — 0 ,38				
Différence de marche entre la première et la dernière semaine 0 ,17				
Différence entre les marches extrêmes 4 ,1				

CRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à ancre, spiral plat Phillips, répétition à minutes, réglé par M. H. ROZAT FILS, au Locle.

N^o 7529, de M. PAUL-D. NARDIN, au Locle.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard, le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1891				
Oct. 6- 7	— 1,9 ^s	+	12,7 ^o	Position horizontale
7- 8	— 1,7	+ 0,2 ^s	13,0	»
8- 9	— 1,6	+ 0,1	12,7	»
9-10	— 1,6	0,0	12,3	»
10-11	— 1,9	— 0,3	12,0	»
11-12	— 1,9	0,0	11,8	»
12-13	— 2,1	— 0,2	11,8	»
13-14	— 0,9	+ 1,2	28,9	» à l'écluse
14-15	— 2,0	— 1,1	12,2	»
15-16	+ 1,6	+ 3,6	1,3	» à la glacière
16-17	— 2,2	— 3,8	12,6	»
17-18	— 2,0	+ 0,2	12,5	»
18-19	— 1,9	+ 0,1	12,2	»
19-20	— 1,9	0,0	11,8	»
20-21	— 2,4	— 0,5	11,8	»
21-22	+ 1,9	+ 4,3	11,7	Position verticale, pendu
22-23	+ 0,9	— 1,0	11,6	»
23-24	+ 0,3	— 0,6	11,6	»
24-25	+ 0,4	+ 0,1	11,6	»
25-26	+ 0,2	— 0,2	11,3	»
26-27	+ 1,2	+ 1,0	11,4	»
		— 1,3		

TABLEAU VII.

B. PRIX IV (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1891				
Oct. 27-28	^s — 0,1	^s + 0,2	^o 11,5	Position verticale, pendu
28-29	+ 0,1	— 0,2	10,8	»
29-30	— 0,1	+ 0,2	9,9	»
30-31	+ 0,1	+ 0,1	8,9	»
31- 0	+ 0,2	— 0,4	9,0	»
Nov. 1- 2	— 0,2	+ 0,4	8,8	»
2- 3	+ 0,2	— 0,4	9,1	»
3- 4	— 0,2	— 0,7	9,8	»
4- 5	— 0,9	— 0,7	9,8	»
5- 6	— 1,6	+ 0,4	9,4	» pendant à gauche
6- 7	— 1,2	+ 2,8	9,4	» »
7- 8	+ 1,6	+ 0,3	9,1	» pendant à droite
8- 9	+ 1,9	— 3,1	8,6	» »
9-10	— 1,2	+ 0,8	8,8	Cadran en bas
10-11	— 0,4	— 0,7	9,3	»
11-12	— 1,1	— 0,4	10,5	Cadran en haut
12-13	— 1,5	— 0,2	10,6	»
13-14	— 1,7	+ 0,3	9,8	»
14-15	— 1,4	+ 0,1	10,0	»
15-16	— 1,3	+ 0,1	9,8	»
16-17	— 1,2	— 0,1	10,0	»
17-18	— 1,3		10,1	»
Marche moyenne				— 0 ^s ,72
Variation moyenne				± 0,33
» pour 1 ^o de température				indéterminée
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique				0,1
Variation du plat au pendu				+ 1,90
» du pendu au pendant à gauche				— 1,67
» du pendu au pendant à droite				+ 1,48
» du cadran en haut au cadran en bas				0,56
Différence de marche entre la première et la dernière semaine				0,45
Différence entre les marches extrêmes				4,3

CHRONOMÈTRE DE POCHÉ

Echappement à ancre, spiral plat Phillips;
réglé par M. F. BORGSTEDT, au Locle.

N° 90209, de MM. CH^S-F. TISSOT & FILS, au Locle.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1891				
Mai 3- 4	— 3,0 ^s	— 0,2 ^s	13,2 ^o	Position horizontale
4- 5	— 3,2	— 0,3	13,3	»
5- 6	— 3,5	+ 0,3	13,2	»
6- 7	— 3,2	— 0,2	13,0	»
7- 8	— 3,4	— 0,1	12,6	»
8- 9	— 3,5	+ 0,5	12,4	»
9-10	— 3,0	+ 0,3	12,2	»
10-11	— 2,7	— 0,9	12,7	»
11-12	— 3,6	+ 3,2	13,9	»
12-13	— 0,4	— 1,5	1,1	» à la glacière
13-14	— 1,9	+ 0,7	15,4	»
14-15	— 1,2	— 3,4	30,5	» à l'étuve
15-16	— 4,6	+ 1,1	15,5	»
16-17	— 3,5	— 0,3	14,2	»
17-18	— 3,8	+ 1,6	12,8	»
18-19	— 2,2	— 0,3	11,7	Position verticale, pendu
19-20	— 2,5	— 0,1	11,4	»
20-21	— 2,6	0,0	11,9	»
21-22	— 2,6	— 0,1	12,2	»
22-23	— 2,7	— 0,3	12,2	»
23-24	— 3,0	— 0,1	12,0	»

TABLEAU VIII.

B. PRIX V (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1891				
Mai 24-25	— 3,1	+ 0,1	12,2	Position verticale, pendu
25-26	— 3,0	0,0	11,8	
26-27	— 3,0	— 0,1	11,4	
27-28	— 3,1	— 0,1	11,7	
28-29	— 3,2	+ 0,3	12,4	
29-30	— 2,9	— 0,3	12,8	
30-31	— 3,2	— 0,6	13,3	»
31- 0	— 3,8	+ 1,7	14,2	»
Juin 1- 2	— 2,1	+ 1,1	15,2	» pendant à gauche
2- 3	— 1,0	— 1,7	15,3	» »
3- 4	— 2,7	0,0	15,5	» pendant à droite
4- 5	— 2,7	— 0,8	15,6	» »
5- 6	— 3,5	+ 1,3	16,5	Cadran en bas
6- 7	— 2,2	— 0,7	16,9	»
7- 8	— 2,9	+ 0,6	17,0	Cadran en haut
8- 9	— 2,3	— 0,2	16,0	»
9-10	— 2,5	— 0,3	14,8	»
10-11	— 2,8	+ 0,9	13,9	»
11-12	— 1,9	+ 0,4	13,0	
12-13	— 1,5	— 0,1	12,4	
13-14	— 1,6		12,6	
Marche moyenne				— 2s,74
Variation moyenne				+ 0 ,36
» pour 1 ^o de température				indéterminée
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique				1 ,0
Variation du plat au pendu				+ 0 ,05
» du pendu au pendant à gauche				+ 1 ,37
» du pendu au pendant à droite				+ 0 ,22
» du cadran en haut au cadran en bas				— 0 ,64
Différence de marche entre la première et la dernière semaine				1 ,05
Différence entre les marches extrêmes				4 ,2

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à ancre, spiral plat Phillips;
réglé par M. F. BORGSTEDT, au Locle.

N° 14790, de M. Edouard HUGUENIN-COURVOISIER, au Locle.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1891				
Oct. 28-29	+ 2,6 ^s	+ 0,2 ^s	10,8 ^o	Position horizontale
29-30	+ 2,8	— 0,2	9,9	»
30-31	+ 2,6	+ 0,4	8,9	»
31- 0	+ 3,0	+ 0,1	9,0	»
Nov. 1- 2	+ 3,1	+ 2,4	8,8	»
2- 3	+ 5,5	— 2,1	1,7	» à la glacière
3- 4	+ 3,4	— 0,8	9,8	»
4- 5	+ 2,6	+ 0,8	32,5	» à l'étuve
5- 6	+ 3,4	+ 0,1	9,4	»
6- 7	+ 3,5	+ 0,1	9,4	»
7- 8	+ 3,6	+ 0,3	9,1	»
8- 9	+ 3,9	— 0,1	8,6	»
9-10	+ 3,8	0,0	8,8	»
10-11	+ 3,8	— 0,2	9,4	»
11-12	+ 3,6	+ 1,0	10,4	»
12-13	+ 4,6	— 1,2	10,6	Position verticale, pendu
13-14	+ 3,4	0,0	9,8	»
14-15	+ 3,4	+ 0,1	10,0	»
15-16	+ 3,5	0,0	9,8	»
16-17	+ 3,5	— 0,1	10,0	»
17-18	+ 3,4	+ 0,4	10,1	»

C. PRIX VI (Suite).

Marche moyenne	+ 3s,66
Variation moyenne	<u>± 0,23</u>
» du plat au pendu	+ 0,50
» pour 1° de température	— 0,09
Différence de marche avant et après l'épreuve	
thermique	0,3
Différence entre les marches extrêmes	2,9

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à ancre, spiral plat Phillips;
réglé par M. U. WEHRLI, à St-Imier.

N° 61588, de M. CH. HUMBERT FILS, à La Chaux-de-Fonds.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard, le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1891				
Oct. 1- 2	+ 0,6 ^s	+ 0,1 ^s	14,1 ^o	Position horizontale
2- 3	+ 0,7	+ 0,3	13,6	»
3- 4	+ 1,0	+ 0,2	13,0	»
4- 5	+ 0,8	+ 2,7	12,5	»
5- 6	+ 3,5	+ 2,6	1,9	» à la glacière
6- 7	+ 0,9	+ 1,4	12,7	»
7- 8	+ 0,5	+ 0,9	28,8	» à l'étuve
8- 9	+ 0,4	+ 0,6	12,7	»
9-10	+ 1,0	0,0	12,4	»
10-11	+ 1,0	0,0	12,0	»
11-12	+ 1,0	+ 0,1	11,8	»
12-13	+ 0,9	+ 0,2	11,8	»
13-14	+ 1,1	+ 0,1	11,9	»
14-15	+ 1,0	0,0	12,2	»
15-16	+ 1,0	+ 1,5	12,6	»
16-17	+ 2,5	+ 0,1	12,6	Position verticale, pendu
17-18	+ 2,6	0,0	12,5	»
18-19	+ 2,6	+ 0,3	12,2	»
19-20	+ 2,3	+ 0,6	11,8	»
20-21	+ 1,7	+ 0,6	11,9	»
21-22	+ 2,3	+ 0,4	11,6	»
22-23	+ 1,9	+ 0,1	11,5	»

TABLEAU X.

C. PRIX VII (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1891				
Oct. 23-24	+ 2,0 ^s	— 0,7 ^s	11,6 ^o	Position verticale, pendu
24-25	+ 1,3	+ 0,3	11,6	"
25-26	+ 1,6	+ 0,6	11,3	"
26-27	+ 2,2	— 0,3	11,4	"
27-28	+ 1,9	— 0,1	11,5	"
28-29	+ 1,8	+ 0,2	10,8	"
29-30	+ 2,0	0,0	9,9	"
30-31	+ 2,0		8,9	"
Marche moyenne + 1,50 Variation moyenne ± 0,25 » du plat au pendu + 1,09 » pour 1° de température — 0,15 Différence de marche avant et après l'épreuve thermique 0,4 Différence entre les marches extrêmes 4,0				

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à tourbillon, spiral plat Phillips;
réglé par M. F. BORGSTEDT, au Locle.

N° 42926, de MM. REICHEN & GIRARD, Suc. de Guinand-Mayer, aux Brenets.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1891				
Nov. 15-16	— 1,4 ^s	— 0,2 ^s	9,8 ^o	Position horizontale
16-17	— 1,6	+ 0,1	10,0	»
17-18	— 1,5	+ 0,8	10,1	»
18-19	— 0,7	— 0,3	10,6	»
19-20	— 1,0	+ 0,1	10,6	»
20-21	— 0,9	+ 0,1	10,5	»
21-22	— 0,8	+ 0,3	10,4	»
22-23	— 0,5	+ 0,4	10,1	»
23-24	— 0,1	+ 1,7	9,7	»
24-25	+ 1,6	— 1,9	1,2	» à la glacière
25-26	— 0,3	— 0,7	8,9	»
26-27	— 1,0	+ 2,0	30,9	» à l'étuve
27-28	+ 1,0	+ 0,7	9,0	»
28-29	+ 1,7	+ 0,3	8,7	»
29-30	+ 2,0	+ 0,3	8,2	»
30- 0	+ 2,3	— 0,7	8,2	Position verticale, pendu
Déc. 1- 2	+ 1,6	— 0,2	8,7	»
2- 3	+ 1,4	+ 0,3	8,9	»
3- 4	+ 1,7	— 0,1	8,6	»
4- 5	+ 1,6	0,0	8,4	»
5- 6	+ 1,6	— 0,5	8,5	»

TABLEAU XI.

C. PRIX VIII (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1891				
Déc. 6- 7	+ 1,1 ^s	+ 0,1 ^s	8,3 ^o	Position verticale, pendu
7- 8	+ 1,2	+ 0,1	8,3	»
8- 9	+ 1,3	- 0,4	8,2	»
9-10	+ 0,9	+ 0,4	8,3	»
10-11	+ 1,3	0,0	8,5	»
11-12	+ 1,3	- 0,5	8,3	»
12-13	+ 0,8	+ 0,4	9,0	»
13-14	+ 1,2		8,8	»
Marche moyenne + 0s,54 Variation moyenne ± 0 ,30 » du plat au pendu + 1 ,61 » pour 1° de température - 0 ,09 Différence de marche avant et après l'épreuve thermique 1 ,1 Différence entre les marches extrêmes 3 ,9				

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à ancre, spiral plat Phillips;
réglé par M. U. WEHRLI, à St-Imier.

N° 61591, de M. CH. HUMBERT FILS, à La Chaux-de-Fonds.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard, le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1891				
Août 26-27	+ 3,3 ^s	— 0,4 ^s	17,1 ^o	Position horizontale
27-28	+ 2,9	— 0,2	17,4	»
28-29	+ 2,7	+ 0,5	17,2	»
29-30	+ 3,2	+ 1,5	17,2	»
30-31	+ 7,7	— 2,7	1,3	» à la glacière
31- 0	+ 5,0	+ 0,1	17,1	»
Sept. 1- 2	+ 5,1	— 1,0	31,5	» à l'écluse
2- 3	+ 4,1	+ 0,5	18,2	»
3- 4	+ 4,6	— 0,8	18,5	»
4- 5	+ 3,8	+ 0,4	18,6	»
5- 6	+ 4,2	— 0,5	17,5	»
6- 7	+ 3,7	— 0,2	16,8	»
7- 8	+ 3,5	— 0,5	16,2	»
8- 9	+ 3,0	+ 0,4	16,2	»
9-10	+ 3,4	+ 0,7	16,5	»
10-11	+ 4,1	+ 0,3	16,8	Position verticale, pendu
11-12	+ 4,4	+ 0,4	17,6	»
12-13	+ 4,8	— 0,5	17,8	»
13-14	+ 4,3	+ 0,4	18,2	»
14-15	+ 4,7	0,0	17,8	»
15-16	+ 4,7	— 0,2	16,8	»
16-17	+ 4,5	0,0	16,5	»

TABLEAU XII.

C. PRIX IX (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1891				
Sept. 17-18	+ 4,5 ^s	— 0,4 ^s	16,7 ^o	Position verticale, pendu
18-19	+ 4,1	+ 0,2	16,6	»
19-20	+ 4,3	— 0,1	16,5	»
20-21	+ 4,2	0,0	16,0	»
21-22	+ 4,2	0,0	15,0	»
22-23	+ 4,2	+ 0,1	15,0	»
23-24	+ 4,3	— 0,1	13,7	»
24-25	+ 4,2		12,9	»
Marche moyenne + 4^s,19 Variation moyenne ± 0,30 » du plat au pendu + 0,36 » pour 1^o de température — 0,09 Différence de marche avant et après l'épreuve thermique 0,9 Différence entre les marches extrêmes 5,0				

RÉPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL



RAPPORT DU DIRECTEUR

DE

L'OBSERVATOIRE CANTONAL

DE NEUCHÂTEL

A LA

COMMISSION D'INSPECTION

POUR LES

ANNÉES 1890 ET 1891

SUIVI DES

RAPPORTS SPÉCIAUX

SUR LES

Concours des Chronomètres observés en 1890 et 1891



CHÂUX-DE-FONDS

IMPRIMERIE SAUSER & HÆFELI

1892

RAPPORT
DU
DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE CANTONAL
A LA
COMMISSION D'INSPECTION
POUR
LES ANNÉES 1890 ET 1891



MESSIEURS,

Pour rentrer dans l'ordre annuel des rapports sur l'Observatoire, M. le chef du Département de l'Instruction publique a avancé l'époque ordinaire de la séance de votre Commission, à laquelle je rendrai compte cette fois encore de deux exercices, savoir de ceux de 1890 et 1891. Il va sans dire, du reste, que les rapports spéciaux sur l'observation et les concours des chronomètres ont été présentés au Département de l'Industrie et de l'Agriculture, régulièrement dans les premiers jours de l'année; le dernier, sur l'exercice

de 1891, présenté comme l'autre le 10 janvier, vient de sortir de presse. Je les mets tous les deux sous les yeux de la Commission, en me réservant d'en résumer les conclusions essentielles.

Permettez que je suive l'ordre habituel en vous parlant d'abord du bâtiment et des instruments que vous venez d'inspecter. Pendant ces deux ans, il n'y a pas eu de constructions nouvelles ni même de réparations fondamentales; c'est précisément pour respecter l'arrangement convenu, d'après lequel les frais de l'annexe seraient supportés en grande partie par le fonds spécial de l'Observatoire pendant plusieurs exercices, que nous avons dû nous abstenir, pendant ces deux dernières années encore, d'acquisitions importantes, et nous borner aux réparations inévitables. Ainsi le logement du concierge-mécanicien a été réparé, de sorte que notre excellent employé, M. Studer, a pu s'y installer avec son ménage au mois de juin dernier. Mais ce que j'avais prédit dans mon dernier rapport est arrivé réellement; la poutraison du toit de l'avant-corps occidental étant pourrie, — ce que j'avais signalé à M. l'architecte cantonal depuis plusieurs années, — toute cette partie du toit s'est effondrée le 21 août dernier, cédant sous la force d'un orage, de sorte qu'il a fallu enfin procéder d'urgence à cette réparation.

On a de même bouché, au fur et à mesure des nécessités, les fissures qui continuent à se produire dans la couverture en asphalte du toit de l'Observatoire; mais il faudrait bien examiner s'il ne serait pas à la fois plus sûr et plus rationnel de refaire toute cette

toiture qui, dès l'origine, paraît avoir été construite dans de mauvaises conditions; seulement l'exécution d'un pareil travail offre des difficultés spéciales pour la salle méridienne, où il faudra prendre garde de compromettre les précieux instruments qui y sont installés et, autant que possible, éviter toute interruption prolongée des observations indispensables au service pratique de l'heure et des chronomètres.

En attendant, j'ai fait améliorer la fermeture des couvercles du méridien, de sorte que le danger de voir, lors des tourmentes hivernales, la pluie et surtout la neige fine entrer dans la salle, a diminué sensiblement. Toutefois, pour garantir complètement notre bel instrument contre tout dégât, j'ai fait renouveler le manteau dont on peut le couvrir dans ces occasions, et dont l'étoffe imperméable était complètement usée après un service de trente années.

Passant aux instruments mêmes, et en premier lieu à l'instrument méridien, ce dernier a continué à nous rendre les meilleurs services, sans qu'il ait été nécessaire de le soumettre à des réparations quelque peu importantes. L'amélioration la plus indiquée, et que je proposerai d'y apporter aussitôt que les circonstances le permettront, c'est de remplacer l'éclairage du champ et du réticule de la lunette, qui se fait actuellement par des becs de gaz, par l'éclairage électrique, afin de diminuer encore l'échauffement inégal des extrémités de l'axe et de restreindre, autant que possible, la différence entre les températures intérieure et extérieure; car ce sont là certainement les principales causes des variations qui peuvent se produire dans les constantes de l'instrument.

Il convient de reconnaître que ces variations sont déjà, dans l'état actuel, bien faibles, et que pendant ces deux dernières années l'instrument a conservé sa stabilité remarquable. Ce qui, aux yeux des astronomes, le démontre le plus, c'est la constance de la collimation. En effet, les valeurs extrêmes de cet angle, que nous déterminons très fréquemment par le retournement de l'instrument sur les mires, ont été :

	maximum	minimum	amplitude annuelle
en 1890	+ 0 ^s ,277 (arrivé le 26/II)	+ 0 ^s ,148 (le 31/VII)	0 ^s ,129
en 1891	+ 0,232 (» le 11/III)	+ 0,123 (le 29/VI)	0,109

ce qui comporte pour la variation diurne, ou pour l'incertitude de cet élément de réduction, à peine un centième de seconde.

L'inclinaison de l'axe de rotation, qui se détermine tous les jours d'observation, souvent même deux fois, a continué également avec une remarquable régularité la marche que j'ai signalée depuis longtemps, savoir une augmentation de la valeur négative, mais dont l'intensité va en diminuant. Ainsi, tandis que cette variation annuelle, qui était autrefois de — 1^s,59, était descendue dans les années 1888 et 1889 à — 0^s,84, elle n'a été en 1890 que de — 0^s,69 et en 1891 de — 0^s,77. Il s'ensuit que, dans les deux dernières années, le pilier occidental de notre instrument s'est abaissé de 0^{mm},057, ce qui correspond à 0^u,16 par jour.

Il en est de même de ce curieux mouvement d'oscillation annuelle du sol, que nous étudions depuis trente ans, et qui résulte de la marche positive (O-S-E)

de l'azimut en hiver et de sa marche contraire (E-S-O) pendant l'été. Non seulement cet intéressant phénomène a conservé son allure générale, mais les valeurs numériques sont à peu près restées les mêmes, en s'accommodant légèrement au caractère météorologique des saisons correspondantes. Ainsi, pour les dernières années, le mouvement hivernal a été de $+2^s,93$ (au lieu de $+2^s,65$), ce qui s'explique par l'hiver assez prolongé de 1890-91, et le mouvement estival $-2^s,73$, différant très peu de la valeur antérieure ($-2^s,65$).

Ainsi que je l'ai dit déjà dans mon dernier rapport, cette variation périodique annuelle de l'azimut de notre Observatoire, à laquelle j'attribue encore un caractère essentiellement local, peut cependant se rattacher, par plusieurs points, au phénomène important de la variation annuelle des latitudes, que l'Association géodésique internationale étudie en ce moment par une expédition scientifique aux îles Sandwich. A ce point de vue, comme aussi dans l'intérêt de notre service pratique de la détermination de l'heure, il importe de suivre aussi le mouvement périodique en azimut de nos différentes mires.

Ici encore, nous retrouvons les mêmes traits généraux que précédemment. Ainsi, la mire du Mail, qui avait eu en 1888-89 un mouvement annuel de $0^s,44$ et $0^s,58$, a montré en 1890 un mouvement de $0^s,59$ et en 1891 de $0^s,63$, toujours dans le sens positif en été et négatif en hiver, la variation diurne de cet azimut étant de $\pm 0^s,029$.

Il en est de même pour le mouvement azimutal des deux autres mires, encore un peu plus faible que

celui de la mire du Mail, mais relativement un peu plus prononcé dans les deux dernières années.

En résumant, dans le tableau suivant, les valeurs moyennes et les variations de l'azimut de nos trois mires :

	Azimut moyen		Variation annuelle		Variation diurne	
	1890	1891	1890	1891	1890	1891
Mire du Mail . .	+ 0 ^s ,02	0 ^s ,00	0 ^s ,59	0 ^s ,63	0 ^s ,03	0 ^s ,03
Mire de Chaumont .	+ 0 ,08	— 0 ,01	0 ,58	0 ,42	0 ,03	0 ,03
Mire de Portalban .	+ 0 ,26	+ 0 ,28	0 ,45	0 ,49	0 ,02	0 ,02

et en les comparant avec celui des années précédentes, on s'aperçoit qu'en somme l'azimut de nos mires reste le même, à quelques centièmes de seconde près, d'une année à l'autre; que leur mouvement annuel en azimut est à peu près le cinquième de l'amplitude du mouvement de l'instrument méridien, toutes les trois montrant les maxima négatifs en hiver et les maxima positifs en été; enfin que la variation diurne, ou plutôt d'une détermination à l'autre, est de 0^s,026.

La conclusion principale de cette étude confirme le fait qu'il existe pour toute notre région des environs de l'Observatoire, à 4 km. au nord sur le Jura et à 10 km. au sud, de l'autre côté du lac, une variation annuelle de l'azimut d'une demi-seconde de temps environ, ou bien de 8" d'arc, s'accomplissant dans le

même sens et atteignant les extrêmes dans la même saison. Sans vouloir encore hasarder une hypothèse pour expliquer ce phénomène, je tiens pour le moment à constater qu'il faut y voir un mouvement réel du sol, dont l'importance numérique dépasse plus de vingt fois l'incertitude des observations dont il est déduit, et qui est évidemment indépendant de toute erreur systématique et périodique des déterminations, puisque chaque mesure d'azimut des mires est reliée directement et dans l'intervalle de quelques heures, à la détermination de l'azimut de la lunette par la combinaison d'étoiles polaires et équatoriales. Je ne manquerai pas de suivre cet intéressant sujet.

Pour revenir de cette excursion à nos instruments principaux, je passe de la lunette méridienne à l'horloge sidérale, qui sert aux observations de passage et dont la haute perfection n'est pas moins importante pour la précision de ces dernières que les qualités optiques et mécaniques de l'instrument méridien. Dans mon dernier rapport déjà, j'ai rendu compte à la Commission de la perfection exceptionnelle de la pendule électrique de Hipp. sur laquelle j'ai publié en outre, l'année dernière, une nouvelle note spéciale. Comme cette notice, que je mets sous les yeux de la Commission, contient des détails assez circonstanciés sur ce magnifique instrument, je me borne ici à indiquer brièvement quelques chiffres qui feront voir qu'il maintient et développe encore si possible ses grandes qualités.

Ainsi, la variation diurne de la marche qui, de 0^s,06 au commencement, était descendue, après le réglage

définitif de la compensation, jusqu'à $0^s,022$ en 1889, a encore diminué un peu; car

en 1890	250	déterminations	ont donné pour variation moyenne	$\pm 0^s,019$
en 1891	265	»	»	$\pm 0,020$

Ainsi que je l'ai fait voir, une grande partie de cette faible variation doit être attribuée aux erreurs inévitables d'observation, de sorte que le véritable changement de marche de la pendule, d'un jour à l'autre, dépasse à peine le centième d'une seconde.

La compensation pour la température se maintient avec une valeur très faible de la variation par degré; aux nombres indiqués précédemment, j'ajoute qu'en 1890 nous avons trouvé $-0^s,001$ et en 1891 $+0^s,003$ pour le coefficient de la température. J'ai fait voir en outre que la compensation est proportionnelle à la température, dans les limites d'une quinzaine de degrés, dans lesquelles la pendule est maintenue.

La tendance d'accélération de la marche avec le temps est devenue encore plus faible, variant dans ces deux années entre $-0^s,0004$ et $-0^s,0014$ par jour.

La marche est naturellement indépendante de toute influence de la pression atmosphérique, puisque la cloche est restée parfaitement étanche; le manomètre, observé tous les jours, n'a varié en 1890 que de $4^{mm},1$ et en 1891 de $4^{mm},8$, uniquement par suite des changements de température et sans aucune corrélation avec les oscillations barométriques.

La durée d'impulsion et par conséquent son intensité se sont maintenues à peu près dans les limites d'autrefois; en 1890, la durée d'impulsion a varié

entre 58^s et 78^s et, en 1891, entre 52^s et 82^s . Mais aussi il faut dire que les piles ont montré une constance et une durée remarquables, à tel point que, pour le pendule, la même pile a servi pendant toute l'année 1890, et en 1891 elle n'a été changée que deux fois. Celle du compteur, dont les émissions de courant sont environ soixante fois plus fréquentes, n'a dû être changée que deux fois en 1890 et trois fois en 1891. C'est certainement beaucoup mieux que nous ne l'espérions au commencement. — Et encore ne doit-on pas oublier que l'intensité d'impulsion ne peut exercer qu'une très faible influence sur la marche de cette pendule, puisque — et c'est là un des mérites essentiels de la conception géniale de M. Hipp — l'amplitude de son arc d'oscillation est limitée par la construction même.

Enfin, pour terminer avec les renseignements sur la pendule Hipp, la crainte principale qu'on faisait valoir autrefois, et que quelques-uns de mes confrères nourrissent encore contre les horloges électriques, savoir qu'elles sont nécessairement exposées aux perturbations plus ou moins fréquentes qui caractérisent les appareils électriques, s'est montrée illusoire encore. D'abord, il n'y a eu, pendant ces deux ans, aucune interruption de marche et si nous avons dû constater, dans le cours de 1891, deux perturbations de marche, l'une de $0^s,43$, survenue le 4 février, l'autre de $0^s,54$, observée le 19 décembre, la première est due très probablement à une faible secousse du sol, et la seconde coïncide également avec un tremblement de terre, observé le même jour dans le nord de l'Italie. Ce sont donc, on peut le dire, des causes de force

majeure, dont on ne saurait accuser la pendule Hipp qui, précisément en raison de sa régularité étonnante, peut servir en même temps comme un des seismomètres les plus sensibles.

Les autres horloges de l'Observatoire ont conservé à peu près leur marche habituelle, tout en augmentant un peu leurs variations avec l'âge des huiles. Ainsi, pour l'horloge sidérale de Winnerl, la variation moyenne, qui était tombée en 1890 à $\pm 0^s,067$, s'est accrue en 1891 à $\pm 0^s,093$; le nettoyage qu'on lui fera subir dans le courant de cette année la fera sans doute revenir à son ancienne régularité. Il est à remarquer que la variation par degré de température, qui était autrefois de $-0^s,025$, et qui, pendant les années 1889-90, s'était élevée à $-0^s,034$, est revenue après le dernier nettoyage en 1891 à $-0^s,025$; ces légers changements sont dus probablement au jeu plus ou moins libre de la dilatation du pendule à gril, suivant l'état de propreté des tringles du gril. Par contre, le coefficient barométrique, pour lequel M. Hilfiker avait trouvé autrefois la valeur $+0^s,010$ par millimètre de pression, s'est maintenu à très peu près à cette valeur ($+0^s,011$) pendant les dernières années.

La pendule Kutter, dont la variation moyenne s'était abaissée en 1890 à $\pm 0^s,093$, a monté en 1891 à $\pm 0^s,101$; pour la pendule Dubois, ces variations sont respectivement $\pm 0^s,125$ et $\pm 0^s,130$; il n'y a pas de doute que le nettoyage et le renouvellement des huiles, qui attendent aussi ces horloges, abaisseront leur variation à leurs anciennes valeurs.

Notre vénérable horloge électrique de Shepherd

continue à fonctionner utilement, tout en usant beaucoup d'électricité, comme c'est le cas pour les anciens appareils électriques anglais, et en exigeant de fréquents nettoyages des contacts. Mais enfin, elle n'a pas manqué une seule fois, pendant ces deux années, de donner exactement son signal d'heure. Si pendant tout ce temps, un seul jour, le signal n'est pas parti de l'Observatoire, la faute en était à la pile de ligne, à laquelle une communication s'était brisée au dernier moment.

Avec ces renseignements, j'aborde le service pratique de la transmission de l'heure. A ce sujet, je dois répéter que si nous continuons à satisfaire convenablement aux besoins réels de nos fabricants et de nos régulateurs, le service ne présente cependant pas tout le degré de régularité qu'il serait susceptible d'atteindre, et cela par la faute des perturbations trop fréquentes et surtout trop prolongées qui se produisent sur les lignes télégraphiques servant à la transmission. C'est surtout l'année 1891 qui a laissé à désirer sous ce rapport. On voit, par le tableau qui suit, que le signal y a manqué dans la moyenne des 12 stations 28,8 fois, c'est-à-dire à très peu près 8 fois pour cent, et que, dans la station de la Chaux-de-Fonds, ce chiffre monte à 44, au Brassus à 56 et aux Brenets même jusqu'à 78 fois. Décidément, c'est trop. Et c'est d'autant plus regrettable qu'à la fin de toutes ces perturbations prolongées, on a constaté comme cause une dérivation ou une fausse communication qu'il aurait été facile de trouver le premier jour.

Tableau de la transmission de l'heure.

Stations Neuchâteloises	Signal non arrivé		Signal non observé	
	1890	1891	1890	1891
Neuchâtel .	2 fois	1 fois	26 fois	5 fois
Ch.-de-Fds.	14 »	44 »	0 »	0 »
Le Locle .	4 »	19 »	13 »	17 »
Brenets . .	18 »	78 »	3 »	7 »
Ponts . . .	13 »	21 »	6 »	6 »
Fleurier . .	9 »	30 »	18 »	18 »
Moyenne	10,0 = 2,7 0/0	32,2 = 8,8 0/0	11,0 = 3,0 0/0	8,8 = 2,1 0/0
Bernoises				
Bienne . .	3 fois	6 fois	1 fois	2 fois
St-Imier . .	4 »	5 »	9 »	3 »
Berne . . .	16 »	9 »	14 »	30 »
Moyenne	7,7 = 2,1 0/0	6,7 = 1,8 0/0	8,0 = 2,2 0/0	11,7 = 3,2 0/0
Vaudoises				
St ^e -Croix .	11 fois	33 fois	10 fois	8 fois
Le Sentier .	26 »	43 »	67 » *)	71 » *)
Brassus . .	26 »	56 »	5 »	1 »
Moyenne	21,0 = 5,1 0/0	44,0 = 12,1 0/0	27,3 = 7,5 0/0	26,7 = 7,1 0/0
Moyenne générale	12,2 fois = 3,3 0/0	28,8 fois = 7,9 0/0	14,3 fois = 3,9 0/0	14,0 fois = 3,8 0/0
*) Sont compris dans ces nombres les 52 dimanches.				

Il convient de remédier à cet état de choses en complétant d'une manière pratique les dispositions de la convention bilatérale entre la Confédération et le Canton, destinées à faire disparaître dans le plus

bref délai les défauts qui pourront se produire dans les lignes servant à la transmission. Je tiens à insister sur le fait que le canton de Neuchâtel remplit ses engagements d'une manière irréprochable, attendu que, pendant ces deux ans encore, ce n'est qu'une seule fois que le signal n'est pas parti de l'Observatoire pour Berne.

J'ajoute enfin que l'isolation des lignes laisse en général très peu à désirer.

La régularité d'observation du signal dans les stations est en moyenne satisfaisante, sauf dans les cas de maladie de l'observateur ou de son absence en congé. Chose à remarquer : à Berne, où autrefois on observait le signal très régulièrement, on y a manqué en 1890 14 fois, et en 1891, même 30 fois.

En somme, il résulte du tableau statistique que nous donnons ci-dessus, qu'abstraction faite de ces interruptions prolongées auxquelles il s'agit de remédier, notre transmission de l'heure fonctionne normalement et continue à rendre de grands services à nos différents centres horlogers, ainsi qu'aux administrations publiques de la Confédération.

C'est bien, en grande partie, grâce à la régularité et à la précision de l'heure que l'Observatoire leur envoie, que nos chronométriers parviennent à se maintenir au premier rang et à produire quelquefois de véritables chefs-d'œuvre de précision : et même les fabricants de la bonne montre civile de nos principaux centres, possédant dans les horloges électriques contrôlées par notre signal, des régulateurs très commodes et très exacts, perfectionnent de plus en plus le réglage de leurs produits.

Les rapports spéciaux que j'ai présentés au Conseil d'Etat sur le concours des chronomètres observés en 1890 et en 1891, et qui sont sous les yeux de la Commission, me dispensent d'entrer dans les détails qui y sont exposés et me permettent de résumer en quelques mots les résultats essentiels de ce second service pratique de notre établissement.

Le nombre des chronomètres présentés (290 en 1890 et 306 en 1891) est celui des années normales, mais la proportion des montres qu'il a fallu renvoyer sans bulletin a été encore trop considérable, 31 % en 1890 et 30 % en 1891, grâce surtout à la classe D qui se compose essentiellement de cette catégorie de montres qu'on appelle des demi-chronomètres. Loin de conclure de ce fait qu'il faudrait rendre moins sévères les conditions pour l'obtention des bulletins de cette classe, il convient d'examiner si l'on ne diminuerait pas le nombre de ces non-réussites, en augmentant un peu la taxe à payer dans ces cas.

Quant à la qualité des chronomètres observés, il y a plutôt des progrès à signaler; car, si la variation diurne moyenne des deux dernières années ($\pm 0^s,55$) est la même que celle de 1889, et si celle de 1891 ($+ 0^s,57$) dépasse même un peu la moyenne des dix dernières années, les autres variations comptent parmi les meilleures années; ainsi, la compensation n'a jamais été mieux réglée, la variation par degré étant de $0^s,09$ en 1890 et de $0^s,10$ en 1891; et la somme des quatre variations de positions a montré en 1891 la valeur ($6^s,13$) la plus faible que nous ayons encore observée.

Aussi, dans les deux exercices, non seulement tous les prix prévus par le Règlement ont pu être décernés à des pièces qui les méritaient largement, — et en

1890 le Conseil d'Etat a même bien voulu accorder deux prix à deux montres marines d'un mérite à peu près égal, — mais les deux concours ont de nouveau fourni des chefs-d'œuvre hors ligne, dont nos chronométriers peuvent être fiers. Ainsi, des trois montres marines couronnées en 1890 et 1891, deux ont eu une variation diurne de $\pm 0^s,08$ et la troisième de $\pm 0^s,09$, ce qui met la régularité de leur marche au niveau de celle des bonnes pendules astronomiques; leur compensation est réglée à quelques centièmes de seconde près; enfin la constance de leur marche dans le courant des deux mois d'épreuve est remarquable; car la marche de la dernière semaine diffère de celle de la première, pour les deux chronomètres couronnés en 1890, de $0^s,07$ et de $0^s,18$ seulement, et pour celui de 1891 de $0^s,36$. Si ces chiffres démontrent que nos chronomètres loclais rivalisent largement avec les meilleures montres marines qu'on produit en Angleterre, en France ou en Allemagne, la science astronomique et la science géodésique sont redevables à M. Nardin, du Locle, d'avoir résolu d'une manière, on peut dire parfaite, le problème, abordé la première fois, à ma demande, par MM. William Dubois et Hipp, de faire enregistrer électriquement les secondes d'un chronomètre, sans que sa marche en soit affectée d'une manière appréciable. Les savants peuvent ainsi, dans les observatoires de campagne, où il s'agit de déterminer les latitudes et les longitudes, ou bien de mesurer l'intensité de la pesanteur, remplacer les pendules astronomiques, toujours très difficiles à transporter et à monter, par des instruments bien plus maniables et tout aussi parfaits.

Je ne puis résister au plaisir de citer aussi dans ce

rapport, parmi les montres de poche couronnées, deux chronomètres, tous deux munis du bel échappement à tourbillon, et qui ont donné des résultats brillants. L'un n'ayant varié que de $\pm 0^s,19$, l'autre de $\pm 0^s,22$ d'un jour à l'autre. Ces magnifiques pièces proviennent toutes deux de La Chaux-de-Fonds, l'une de MM. Nicolet fils & C^{ie}, l'autre de MM. Girard-Perregaux & C^{ie}. — L'Association Ouvrière du Locle a présenté également en 1890 un chronomètre à tourbillon qui, s'il a une variation diurne un peu plus forte ($0^s,26$), a montré une compensation absolument parfaite et des variations de positions remarquablement faibles.

En général, si l'on ne peut pas méconnaître que la chronométrie se ressent, comme les autres branches de l'horlogerie, quoique à un moindre degré, de la terrible crise qui pèse aujourd'hui sur notre industrie nationale, elle sait maintenir son haut degré de perfection et avec cela, elle peut avoir confiance dans l'avenir.

Après avoir rendu compte de l'établissement, de ses instruments et de ses deux principaux services pratiques, je parlerai maintenant des travaux scientifiques proprement dits.

Les observations astronomiques ont été assez favorisées par le ciel qui, à l'exception toutefois de l'été de 1891 (mai-août), plutôt nuageux que pluvieux, a montré pendant ces deux ans une nébulosité moyenne, de sorte que — comme on peut le voir par le tableau statistique des observations méridiennes (v. page 19) — le nombre de ces observations est resté à peu près le même que les années précédentes, s'élevant au chiffre respectable de *2394 pour 1890* et de *2261 pour 1891*.

Statistique des observations méridiennes en 1890 et 1891.

MOIS	Nombre des nuits d'observation		Nombre des étoiles fondamentales observées		Nombre des observations du soleil		Nombre des planètes		Nombre des étoiles de comparaison		Nombre des jours sans observations		Intervalle moyen entre deux déterminations de l'heure		Plus long intervalle sans observations	
	1890	1891	1890	1891	1890	1891	1890	1891	1890	1891	1890	1891	1890	1891	1890	1891
Janvier . . .	12	11	112	86	5	15	—	—	19	39	18	10	j	j	j	j
Février . . .	10	24	106	259	10	23	—	—	20	48	14	2	1,3	0,6	3,0	5,5
Mars . . .	18	15	191	133	20	15	—	—	14	65	6	10	0,9	1,1	2,5	1,5
Avril . . .	14	13	130	117	21	18	1	—	20	117	4	10	0,8	1,0	3,5	4,5
Mai . . .	14	8	126	71	21	18	9	—	—	86	9	14	0,7	1,1	2,5	3,5
Juin . . .	18	12	159	95	18	18	16	—	—	49	10	8	0,9	1,0	4,5	3,0
Juillet . . .	8	12	73	98	20	20	—	—	13	76	9	10	1,1	1,0	3,0	4,5
Août . . .	14	11	132	93	22	23	—	—	17	19	9	6	0,9	0,9	6,0	3,5
Septembre . .	18	16	157	143	20	24	—	—	259	3	7	7	0,7	0,8	5,5	2,5
Octobre . . .	16	15	153	110	19	18	—	—	150	36	8	12	0,8	1,0	3,0	3,5
Novembre . .	8	12	86	88	9	13	—	2	115	39	17	15	1,3	1,3	5,0	5,0
Décembre . .	7	10	56	83	3	12	—	6	72	83	23	18	2,4	1,6	8,0	10,0
1890 et 1891 .	157	159	1481	1376	188	217	26	8	699	660	134	122	1,2	1,1	8,0	10,0
1888 et 1889 .	156	157	1432	1451	191	182	7	14	1044	476	131	127	1,1	1,2	6,5	10,0

Le nombre des nuits, du moins partiellement claires, a été même un peu plus considérable, savoir 157 et 159, ce qui pour nos latitudes est certainement remarquable. Il en est de même pour les observations du soleil au méridien, qui sont au nombre de 188 en 1890 et de 217 en 1891. Ce dernier chiffre exceptionnellement élevé est dû surtout au caractère moins nébuleux de l'hiver et à la circonstance que, pendant l'été nuageux, le ciel s'est cependant découvert souvent vers midi. En y ajoutant une distribution favorable des midis et des soirées clairs, on comprend que le nombre de jours sans observations, ni d'étoiles ni du soleil, soit resté de nouveau à 128 pendant l'année, et que l'intervalle moyen entre deux déterminations de l'heure ait pu être restreint encore à 1^h,2.

J'avoue que lorsque j'ai été consulté en 1858 par le gouvernement de Neuchâtel sur l'aptitude de notre climat du bas pour la fondation d'un Observatoire, j'étais loin de le croire aussi favorable; car en l'absence d'observations météorologiques suivies dans notre canton, et me fondant sur l'expérience d'autres Observatoires de la même région, j'ai cru pouvoir compter sur *90 jours* d'observation. Je me suis donc trompé en bien, et en tout cas on doit se féliciter de ne pas s'être laissé effrayer par les « terribles brouillards du lac, » qu'on invoquait pour placer l'Observatoire à la montagne.

Puisque je viens de parler de nos conditions climatiques, qu'il me soit permis de dire ici, par parenthèse, que les observations météorologiques continuent régulièrement à l'Observatoire et à la station de Chaumont, conformément au programme qui est celui des

stations normales suisses. Les instruments sont en bon état et contrôlés périodiquement; il n'y a que les thermomètres métalliques à maxima et minima qui laissent à désirer, en raison surtout des retards trop forts avec lesquels la masse considérable de la lame bimétallique suit les variations un peu rapides des températures. J'espère les remplacer bientôt par des instruments plus sûrs et plus sensibles. — Les observations des deux stations, dûment réduites et calculées à notre Observatoire, sont envoyées tous les mois au Bureau central de Zurich, qui les publie dans ses recueils; nous fournissons en outre aux journaux de notre ville, chaque matin les observations de la veille, et des résumés mensuels.

Revenant aux observations astronomiques, le travail de M. Hilfiker sur les Etoiles lunaires de Lœwy, dont j'ai déjà parlé dans mon dernier rapport, a été terminé, de sorte qu'ayant obtenu l'autorisation de Monsieur le Chef du Département, nous avons pu commencer sa publication à la fin de 1891, chez MM. Attinger frères, de notre ville. Il a paru au commencement de février, sous forme d'une brochure grand in-quarto de 60 pages, très soigneusement imprimée, sous le titre de « Catalogue d'Etoiles lunaires, par le Dr Hilfiker; » un exemplaire en est déposé sur la table. Le catalogue contient 273 étoiles, dont chacune a été observée en moyenne 15,8 fois, le nombre total des observations (abstraction faite des étoiles fondamentales) étant de 4201. L'accord des déterminations individuelles de la même étoile permet d'évaluer l'erreur moyenne d'une observation à $+ 0^s,061$ et celle d'une Ascension droite du catalogue à $+ 0^s,015$.

Pour un certain nombre d'étoiles, on a déterminé les mouvements propres par la comparaison des résultats obtenus à Neuchâtel avec les valeurs antérieures données par les catalogues de Washington, Glasgow, Cordoba et Pulkowa.

L'étude de l'équation personnelle de M. Hilfiker entre les deux méthodes d'observation à l'ouïe et à l'enregistrement électrique a été continuée, et l'aide-astronome a trouvé que la diminution systématique de son équation persiste; car de $-0^s,041$ qu'elle était en 1889, elle est devenue $-0^s,038$ en 1890 et en 1891 même $0^s,00$. Il faudra voir si cette égalité se maintient, ce qui serait assez commode, car on pourrait combiner les deux genres d'observation de passage de l'aide-astronome, sans être obligé d'y apporter une réduction.

Les expériences intéressantes de M. Hilfiker sur la variation barométrique des chronomètres, dont j'ai rendu compte dans mon dernier rapport, ont été poursuivies en 1890, essentiellement pour étudier la connexité entre le coefficient barométrique d'un chronomètre et le réglage de son spiral pour les amplitudes d'oscillation du balancier. MM. Paul Perret, de La Chaux-de-Fonds et Wehrli, de St-Imier, ayant bien voulu prêter leur concours, en changeant, pour quelques bons chronomètres qui avaient d'abord une avance assez forte pour les petites amplitudes, ce réglage pendant le cours des expériences auxquelles ils étaient soumis à l'Observatoire, M. Hilfiker a constaté que leur coefficient barométrique a changé de $+0^s,020$ jusqu'à $-0^s,011$ par millimètre de pression. Donc la supposition de la possibilité d'une compensation pour les variations barométriques s'est vérifiée, et il est

certain, du moins pour les montres à ressort ou à bascule, qu'on peut régler le spiral de façon à rendre la marche des chronomètres indépendante des fluctuations barométriques. La petitesse numérique des coefficients dont il s'agit fait comprendre que cela n'a d'importance pratique que pour les chronomètres de la plus haute précision, et surtout pour les chronomètres de marine; pour ces pièces, et dans le but de pouvoir régler, sur nos montagnes, la marche moyenne des chronomètres pour la pression correspondant au niveau de la mer, il serait utile de continuer cette étude, ce que M. Hilfiker ne manquera pas de faire, si quelques fabricants veulent mettre encore des chronomètres à notre disposition, comme l'a fait très obligeamment la maison Henry Grandjean & C^{ie}, du Locle, pour quatre de ses excellentes montres marines, et si des régleurs habiles consentent, non seulement à modifier le réglage des spiraux pendant le cours de ces expériences, mais aussi à faire connaître exactement la nature et le degré de ces modifications.

Passant à d'autres travaux scientifiques qui sont poursuivis à notre Observatoire, je rendrai compte d'abord brièvement des progrès de la géodésie, soit en Suisse, soit dans l'Association internationale. La Commission géodésique suisse s'est réunie, comme d'habitude, à notre Observatoire, au mois de juin de 1890 et 1891. Dans sa dernière séance, elle s'est occupée d'abord des recherches sur la déviation de la verticale dans notre pays, que j'ai mentionnées dans mon dernier rapport, et qui ont été développées depuis lors, en les étendant surtout du côté des Alpes, dans

le voisinage de notre méridien. D'après les réductions provisoires des observations qui ont été faites à Middel et sur la Berra, les déviations de la verticale qu'on y a trouvées s'accordent assez bien avec la marche générale des attractions locales constatées dans notre méridien et qui sont si prononcées surtout à Neuchâtel et à Chaumont. Le petit tableau suivant fait voir clairement qu'en avançant du côté sud, l'attraction des Alpes devient de plus en plus prédominante sur celle du Jura :

A la Berra	la déviation est de	+	6",6
» Middel	»	+	1,9
» Portalban	»	—	5,5
» Neuchâtel	»	—	15,2
» Chaumont	»	—	17,7
» Tête-de-Ran	»	—	7,7

Toutefois on ne reconnaît pas dans la série de ces valeurs une proportionnalité suffisante avec les masses et les distances des grandes chaînes de montagnes : pour élucider davantage la question importante de savoir à quel point l'action des masses soulevées peut rendre compte des déviations observées et dans quelle mesure il faut, pour les expliquer, recourir à des vides relatifs souterrains ou à d'importantes différences de densité des couches inférieures, j'ai proposé non seulement de continuer les observations encore sur la station de Naye, située presque exactement dans le méridien de Neuchâtel, et plus tard dans les montagnes du Valais, mais je tâche, avec le consentement de la Commission, de faire exécuter par un jeune géologue neuchâtelois, très capable et en même temps très

versé dans les mathématiques, le calcul des masses (volumes et densités) aussi exact que possible pour les montagnes dont l'attraction est en cause. M. Léon Du Pasquier a montré beaucoup de bonne volonté à se charger de ce travail difficile et s'en occupe activement.

Parmi les autres travaux géodésiques suisses, je suis heureux d'avoir réussi à terminer l'année dernière le grand travail du « *Nivellement de précision de la Suisse*, » que j'ai commencé, il y a 25 ans, avec Plantamour, et que, depuis la mort de mon inoubliable collègue, j'ai continué avec l'aide des ingénieurs de la Commission géodésique et du Bureau topographique fédéral. J'ai publié en 1891 la 9^{me} et la 10^{me} livraisons : cette dernière, qui forme en même temps le second volume de l'ouvrage commencé en 1867, contient le *Catalogue des hauteurs suisses* au-dessus de la Pierre du Niton. J'ai expliqué dans le chapitre XLIII de l'ouvrage les raisons qui nous ont obligés de rapporter nos hauteurs encore à l'horizon national fixé par le repère fondamental de la Pierre du Niton, pour laquelle nous avons trouvé la cote provisoire de 373^m.54, et de renvoyer la publication des cotes absolues de notre registre hypsométrique jusqu'au moment où la question du choix de la mer pour l'horizon général des altitudes de l'Europe sera résolue (ce qui aura lieu cette année), et que les travaux de nivellement dans quelques-uns des pays voisins seront assez avancés pour permettre de rapporter, par la jonction définitive de nos réseaux, la hauteur exacte de notre repère fondamental au niveau de plusieurs ports de leurs côtes. En attendant, pour les besoins pratiques des ingénieurs, le catalogue de nos hauteurs, qui

comprend 2300 cotes environ, dont l'incertitude ne dépasse pas quelques centimètres, rendra déjà les plus grands services, car pour les besoins des travaux publics, des chemins de fer, canaux, routes, etc., ce sont les hauteurs relatives qui importent.

L'Association géodésique internationale, dont la Conférence générale aura lieu cette année au mois de septembre, à Bruxelles, a tenu les sessions annuelles de sa Commission permanente en 1890 à Fribourg en Brisgau, et en 1891 à Florence. J'ai publié les Comptes-Rendus de la première, qui se trouvent sur la table de la Commission ; le volume de Florence s'imprime actuellement dans les ateliers de MM. Attinger frères, de notre ville.

L'Association se développe à souhait; elle comprend maintenant 28 Etats des deux Mondes ou plutôt de quatre parties du monde, depuis que le Japon y a adhéré en 1890 et que des arcs se mesurent dans les grandes îles de Java et de Sumatra, par les soins des Néerlandais.

Dans la plupart de ces pays, les travaux géodésiques avancent rapidement, de sorte qu'on pourra maintenant entreprendre la tâche fondamentale de combiner les réseaux de triangulation et les déterminations de latitudes et de longitudes, observées en grand nombre dans presque tous les pays, pour en déduire le calcul des arcs méridiens et parallèles, d'abord pour le continent européen, et en conclure la forme du géoïde dans cette partie de la Terre.

Mais pour ne pas parler de détails spéciaux qui ne seraient pas en place ici, je dirai seulement deux mots d'une étude générale qui présente un grand intérêt

théorique et que l'Association poursuit par ses moyens propres, savoir les variations périodiques des latitudes. Comme je l'ai fait prévoir dans mon dernier Rapport, la Commission permanente, après avoir pris connaissance de la marche parfaitement concordante de la hauteur du pôle, constatée dans plusieurs Observatoires d'Europe, a décidé dans la Conférence de Fribourg en 1890 d'envoyer une mission scientifique aux îles Sandwich, afin d'y observer pendant une année, concurremment avec les Observatoires européens, les variations de latitude, et de décider ainsi s'il s'agit réellement d'un phénomène général de la Terre, ou en d'autres mots d'un balancement annuel de l'axe terrestre. Elle a voté sur son budget un crédit de fr. 19000 pour cette expédition et a chargé son Bureau Central de l'organiser et de s'entendre avec le Coast- and Geodetic Survey des Etats-Unis sur la coopération que celui-ci nous avait offerte. Au printemps de 1891, un jeune astronome, le D^r A. Marcuse, qui avait déjà exécuté auparavant avec succès à l'Observatoire de Berlin des mesures de latitude, est parti, avec des instruments appropriés et d'une grande précision, pour les antipodes; en route, il s'est rencontré à Washington avec l'assistant du Coast-Survey, le D^r Preston, et au 1^{er} juin 1891 ces Messieurs ont commencé les observations dans les environs de Honolulu. Bien qu'il faille naturellement attendre la fin de la série annuelle de ces observations, le Directeur du Bureau Central a déjà pu donner à la Conférence de Florence, au mois d'octobre dernier, des résultats provisoires qui mettent hors de doute le parallélisme de la marche de la latitude à Honolulu et en Alle-

magne pendant les mois d'été ; la presque identité des variations constatées à l'antiméridien, et le fait qu'elles ont lieu dans le sens inverse qu'en Europe, démontrent déjà qu'on est en présence d'un mouvement général de l'axe du globe. Il faudra continuer d'une manière systématique ces recherches pendant une série d'années, dans un certain nombre d'Observatoires convenablement distribués sur la surface de la Terre, avant qu'on puisse songer à rechercher les causes de ce curieux balancement de l'axe terrestre. On a nommé à Florence une Commission spéciale, qui est chargée de faire à la Conférence de Bruxelles des propositions sur l'organisation de ce service permanent des latitudes.

L'assemblée de Fribourg a maintenu les résolutions que la Conférence de Rome avait prises, sur ma proposition, en 1883, au sujet de l'unification des longitudes et des heures, vis-à-vis des tendances étranges qu'un moine italien, sous le patronage de l'Académie de Bologne, avait essayé de faire valoir en faveur d'un premier méridien de Jérusalem, contre celui de Greenwich que nous avons proposé et qui avait été adopté par tous les Etats, sauf la France. Le Congrès de géographie, réuni l'été dernier à Berne, avait prié le Conseil fédéral de prendre l'initiative d'inviter les Gouvernements à envoyer des délégués à une Conférence diplomatique qui serait chargée de réaliser définitivement surtout l'introduction d'une heure universelle, ou du moins des fuseaux horaires partant de Greenwich, et unifiant les minutes et les secondes sur toute la Terre, introduction réclamée par la grande majorité des administrations des chemins de fer en

Amérique et en Europe. Le Département fédéral de l'Intérieur a donc demandé à la Commission géodésique suisse un préavis sur cette question. Elle s'est prononcée dans un Rapport que j'ai été chargé d'élaborer en faveur d'un pareil projet, mitigé dans ce sens que, pour le commencement du moins, l'usage de l'heure internationale serait obligatoire seulement pour les grands services publics de communications, chemins de fer, télégraphes, etc., tandis que le public pourrait continuer à se servir des heures locales ou nationales.

J'ai pu communiquer à la réunion géodésique de Florence un important travail de M. le Dr Benoît, Directeur du Bureau international des Poids et Mesures, sur les comparaisons qui ont été faites dans ce Bureau entre le Mètre international et les principales Toises qui ont servi dans un grand nombre de pays comme unité fondamentale des mesures géodésiques. Cette étude, qui a établi les véritables équations entre les principales unités employées en géodésie, a fait disparaître très heureusement des contradictions systématiques qui semblaient exister entre les mesures d'arc des différents pays de l'Europe, et rendra possible de comprendre dans un seul ensemble tous les grands travaux géodésiques de notre continent. J'ai eu ainsi la satisfaction de voir se vérifier les prévisions que j'avais énoncées il y a 25 ans, et qui ont été un des principaux motifs pour lesquels j'ai proposé dans le temps, au sein de l'Association géodésique, la création d'un Bureau international des Poids et Mesures.

De cette manière, je suis amené à parler de l'autre

institution internationale qui, ayant déjà accompli une partie essentielle de sa mission, continue à produire des travaux fondamentaux pour la métrologie et toutes les sciences exactes. Non seulement le Bureau de Breteuil est appelé à fournir encore un certain nombre de prototypes à plusieurs Etats, mais les Gouvernements, les grands établissements scientifiques, les administrations techniques et les savants lui demandent souvent la vérification d'étalons importants et de thermomètres de précision ; la Société météorologique, qui réunit ces importants services de la plupart des Etats, a adopté notre échelle thermométrique et notre baromètre normal comme base fondamentale de tous ses instruments. L'Association géodésique demande au Comité international d'établir dans notre Bureau de Breteuil une station normale pour les observations de la pesanteur au moyen du pendule. Non seulement l'autorité que le Bureau international a su conquérir dans le monde scientifique par ses travaux d'une incomparable précision va en augmentant, mais ses services sont aussi de plus en plus appréciés par les Gouvernements ; ainsi l'Angleterre a renoncé à l'intention qu'elle paraît avoir nourrie un moment de se retirer de la Convention, et cette dernière a trouvé en 1891 un nouvel adhérent dans les Etats-Unis du Mexique, ce qui porte le nombre des Etats signataires à 23, avec une population de 510 millions d'habitants.

Il est tout particulièrement réjouissant de pouvoir constater qu'à notre époque de réaction nationale, qu'on regrette de voir s'affirmer, par exemple dans le domaine économique et de la politique douanière, sur

le terrain des institutions scientifiques internationales du moins, la meilleure entente entre les différentes nations se maintient et se développe. Nous en avons eu l'année dernière une preuve significative : lorsque le Comité international des Poids et Mesures, aussi bien que l'Association géodésique ont eu le malheur de perdre leur président par la mort universellement regrettée de l'illustre et savant général Ibañez, nous avons pu sans difficulté et à l'unanimité mettre un savant allemand à la tête du Comité qui dirige le Bureau des Poids et Mesures placé à Paris, et choisir un savant français pour président de l'Association qui a pris naissance en Allemagne, et dont le Bureau central est installé à Berlin.

Vous trouvez déposés sur la table les Procès-Verbaux de la session de 1890 du Comité international (ceux de la session de 1891 sont sous presse), ainsi que mes 13^e et 14^e Rapports aux Gouvernements : j'y joins le VII^e Tome des « Travaux et Mémoires » du Bureau international, ainsi que la notice nécrologique que j'ai publiée sur mon noble ami, le Général Ibañez, dont la mort a été ressentie douloureusement en Suisse, à cause des relations intimes qu'il a soutenues avec nous, et des services signalés qu'il a rendus si gracieusement à notre pays pour la mesure de ses bases.

Pour terminer ce Rapport, en revenant à notre Observatoire, je n'ai plus qu'à ajouter quelques notes sur la bibliothèque, qui s'enrichit surtout par les échanges avec les autres Observatoires et établissements scientifiques. Je résume, comme d'habitude, son accroissement dans le tableau suivant :

	Augmentation en 1890/91		Etat actuel	
	Ouvrages	Volumes ou fascicules	Ouvrages	Volumes ou fascicules
Astronomie et ma- thématiques . .	23	117	762	1507
Géodésie	4	19	166	265
Physique et météo- rologie	8	35	315	826
Total . .	35	171	1243	2598

Le transfert de la bibliothèque dans le bâtiment de l'annexe et sa valeur de plus en plus considérable nous ont fait penser qu'il serait indiqué de l'assurer d'une manière spéciale. J'ai donc prié M. Hilfiker de procéder à une évaluation de la bibliothèque; l'aide-astronome s'est acquitté de ce minutieux travail en très peu de temps et d'une manière consciencieuse, en s'entourant, comme moyen d'appréciation, d'un grand nombre de catalogues et prix-courants d'éditeurs et de libraires antiquaires. Naturellement nous avons cherché à établir, autant que possible, non pas les prix d'édition, mais les prix de vente actuels des ouvrages, et nous sommes convenus, pour éviter toute exagération, de rester avec nos évaluations plutôt au-dessous de la valeur effective. De cette manière, M. Hilfiker est arrivé à un prix total approximatif de *fr. 12818*. Monsieur le Directeur du Département voudra bien décider s'il faut assurer la bibliothèque

pour ce prix, et dans quelle mesure la Direction de l'Observatoire doit être chargée de s'en occuper.

Je joins à ce rapport, comme d'habitude, la liste des ouvrages et publications, reçus en dons ou en échange par notre bibliothèque, en 1890 et 1891.

Il m'est particulièrement agréable de pouvoir terminer ce rapport en exprimant de nouveau ma plus entière satisfaction pour le travail consciencieux et l'esprit scientifique de M. le D^r Hilfiker, et en donnant également à M. Studer le témoignage qu'il continue à rendre des services très utiles à l'Observatoire.

Neuchâtel, le 17 mars 1892.

Le Directeur de l'Observatoire cantonal,

D^r Ad. HIRSCH.

ANNEXE

Liste des publications et ouvrages reçus en don
ou en échange par la Bibliothèque de l'Ob-
servatoire cantonal, en 1890 et 1891.

Anales de la Sociedad científica Argentina. Buenos-Aires 1890-91. 8°.

Annalen des Phys. Centralobservatoriums, herausgegeben von H. Wild, St-Petersburg, 1890 et 91. 4°.

Annalen der Schweiz. meteorolog. Centralanstalt, für 1888. Zurich 1890. 4°.

Anales de la Oficina meteorologica Argentina, tomo VII. Buenos-Aires 1889. 4°.

Annals of the Harvard College Observatory, vol. 18. Cambridge 1890. 4°.

Annals of the Harvard College Observatory, Edward C. Pickering, Director; vol. 21, part. I et II. Cambridge 1890. 4°. Vol. 22. Vol. 23, part. I. Cambridge 1890. 4°. Vol. 24. Cambridge 1890. 4°. Vol. 26, part. I. Cambridge 1891. 4°. Vol. 27. Cambridge 1890. 4°. Vol. 30, part. I et II. Cambridge 1890 et 1891. 4°.

Annalen der Sternwarte in Leyden, herausgegeben von H.-G. Van de Sande-Bakhuyzen; 5. et 6. Band. Haag 1890. 4°.

Anuario del Observatorio de La Plata. Buenos-Aires 1890 et 91. 8°.

Aschieri, Effemeridi del Sole e della Luna per l'anno 1891. Torino 1890. 8°.

Astronomical Society of the Pacific, vol. II et III. San-Francisco 1890. 8°.

Backlund O. : Genäherte Elemente und Ephemeride des Encke'schen Cometen für 1891. St-Petersburg 1891. 4°.

Baker W. : History of the Harvard College Observatory during the period 1840-1890. Cambridge 1890. 8°.

Besançon, Observatoire astronomique et météorol., Bulletin météorol. Besançon 1890. 4°.

Bigelow F.-H. : The Solar Corona. Washington 1889. 4°.

Cincinnati Observatory, Publications N° 10 : Double stars, prepared for publication by H.-C. Wilson. Cincinnati 1890. 4°.

Cincinnati Observatory, Publications N° 11 : Charts and micrometrical measures of Nebulae, by J.-G. Porter. Cincinnati 1891. 4°.

Catalog der Astron. Gesellschaft, Viertes Stück, Zone $+55^0$ bis $+65^0$, von Krüger. Leipzig 1890. 4°.

Catalog der Astron. Gesellschaft, 14. Stück. Zone $+1^0$ bis $+5^0$, von Lewis Boss. Leipzig 1890. 4°.

Charkower Universitätssternwarte, Publikationen. Heft I. Charkow 1891. 4°.

Département militaire fédéral : Topographischer Atlas der Schweiz (Siegfried).

Dorpat : Beobachtungen der Kais. Universitätssternwarte, 18. Band. Dorpat 1891. 4°.

Dölln W. : Sternephemeriden für das Jahr 1891 und 1892. St. Petersburg 1890, 4°, und Berlin 1891, 4°.

Duner & Fölke Engström : Observations des étoiles de la zone entre $+35^0$ et $+40^0$, faites à Lund. Lund 1891. 4°.

- Edinburgh, Royal Observatory: Catalogue of the Crawford library.* Edinburgh 1890. 4°.
- Engelhardt, Baron de: Observations astronomiques,* II. Dresde 1890. 4°.
- Etat de Neuchâtel: Les armoiries des communes neuchâteloises,* par M. Tripet. 1891. — *Rapport du Conseil d'Etat au Grand Conseil pour l'année 1890.* Neuchâtel 1891. 8°.
- Genève, Société de physique et d'histoire naturelle: Rapport du Président,* 1891. 4°.
- Gonin, Louis: Limnimétrie et altimétrie du lac Léman et des lacs du Jura.* Lausanne 1881. 8°.
- Harvard College Observatory, 54th et 55th annual report of the Director.* Cambridge 1890 et 91. 8°.
- Harvard College Observatory, Variable stars of long period.* Cambridge 1891. 4°.
- Haynald-Observatorium, Publicationen; 5^{tes} Heft: J. Fenyi, Meteorolog. Beobacht. in den Jahren 1886-88.* Kalocsa 1891. 8°.
- Harkness: The Solar parallax and its related constants.* Washington 1891. 4°.
- Hagenbach-Bischoff et L. Zehnder: Sur la nature des étincelles dans les oscillations électriques de M. Herz.* 1891. 8°.
- Hirsch, A.: Comptes-rendus des séances de l'Association géodésique à Paris 1889 et à Fribourg 1890.* 4°.
- Hirsch et Plantamour. Nivellement de précision de la Suisse,* 9^{me} et 10^{me} livraisons. Genève et Neuchâtel 1891. 4°.
- Hirsch, A.: Procès-verbaux de la Commission géodésique suisse.* 1890 et 91. 8°.
- Henry Draper-Memorial, fourth annual report.* Cambridge 1890. 4°.

Kammermann, A. : Résumé météorologique de l'année 1890, pour Genève et le Grand St-Bernard. Genève 1891. 8°.

Keeler, James-E. : On the motions of the planetary nebulae in the line of sight. London 1890. 4°.

Kiel, Sternwarte, Publicationen : H. Kreutz, Untersuchungen ü. d. System der Cometen 1843 I. 80 I und 82 II. Kiel 1891. 4°. — H. Klook, Tafel für das dritte Glied der Präcession. Kiel 1890. 4°.

Kew Observatory. Reports of the Kew Committee. London 1890. 8°.

Lick Observatory. Reports on the observations of the total Eclipse of the Sun, dec. 21-22 1889 and of the total Eclipse of the Moon, july 22 1888, with a catalogue of the library. Sacramento 1891. 8°.

Leander McCormick Observatory of the University of Virginia, Publications. Vol. I, part. 4 et 5. 1889, 1890.

Lindemann Ed. Photometrische Bestimmung der Grössenklassen der Bonner Durchmusterung. St-Petersburg 1889, 4°.

Lorwy M. Ephémérides des étoiles de culmination lunaire et de longitude pour 1891. Paris 1890. 4°.

Lorwy et Puiseux. Etude du système optique formé d'une lentille astron. et d'un double miroir. Paris 1890. 4°.

London. Monthly Notices of the Royal Astron. Soc. 1890 et 91. 8°.

London. Meteorological Council : Quarterly weather report. London 1890. 4°.

London. Meteorological Council : Weekly weather report. Vol. VII et VIII. London 1890 et 91. 4°.

London. Meteorological Council: Meteorological Observations made at Sanchez, St-Domingo 1886-88, by the late W. Reid. London 1890. 4°.

London. Meteorological Council: Meteorological Observations at the foreign and colonial stations, 1852-86. London 1890. 4°.

London. Meteorological Council: Meteorological Observations at the stations of the second ordre, 1886 et 1887. London 1890 et 91. 4°.

Madras Observatory. Results of observations of fixed stars made with the meridian cercle. Madras 1890. 4°.

Madrid Observatorio. Resumen de las observaciones meteorologicas 1886, 87 et 88. Madrid 1890 et 91. 8°.

Mexico. Boletin mensual del Observatorio meteorologico-magnetico, tomo II et III, anno 1889 et 90. 4°.

Memorias y revista de la Sociedad cientifica „Antonio Alzate“, tomo IV. Mexico 1890. 8°.

Meyer & Zech. Meteorologische Beobachtungen in Württemberg. Jahrgang 1889. Stuttgart 1890. 4°.

Messerschmitt, J.-B. Definitive Seitenlängen und geographische Coordinaten der Punkte des schweiz. Dreiecksnetzes und der Anschlussnetze. Zürich 1890. 4°.

Mittheilungen des kais. königl. Militär-geographischen Instituts, Band IX, 1889. Wien 1889. 8°.

Mohn, H. Jahrbuch des norwegischen meteorolog. Instituts, für 1888 und 89. Christiania 1889 und 90. 4°.

Newcomb, S. Astronomical papers for the use of the American ephemeris of Nautical Almanach. Vol. IV. Washington 1890. 4°.

Oppolzer, Weiss & Schramm. Astronomische Arbeiten des k. k. Gradmessungsbureau's. II. Band. Wien 1890. 4°.

Paris, Bureau des longitudes. Connaissance des temps pour 1891, 92 et 93. Paris 1890 et 91. 4°.

Paris, Bureau des longitudes. Extrait de la connaissance des temps à l'usage des écoles d'hydrographie. Paris 1889. 4°.

Paris, Bureau des longitudes. Annales, tome IV. Paris 1890. 4°.

Paris, Observatoire. Rapport annuel du Directeur pour l'année 1890. 4°.

Paris, Observatoire. Bulletin du Comité international pour l'exécution photographique de la carte du ciel, fasc. 5 et 6. Paris 1890-91. 4°.

Paris, Observatoire. Bulletin du Comité international pour l'exécution photographique de la carte du ciel, Réunion du comité à Paris en 1891, Procès-verbaux. Paris 1891. 4°.

Porro, F. Sulle stelle variabile Chandler 2100. Torino 1890. 8°.

Porro, F. Sulle determinazioni di latitudine all' Osservatorio di Torino. Torino 1890. 8°.

Puebla, Observatorio meteorologico. Resumen 1890 et 91. 4°.

Pulkowa. Zum 50jährigen Bestehen der Nicolai-Hauptsternwarte. St. Petersburg 1889. 4°.

Pulkowa. Observations, vol. VIII. St. Pétersbourg 1890. 4°.

Pulkowa. Bericht des Directors für die Periode 1889 Mai-1889 Nov. St. Petersburg 1890. 8°.

- Preussisches geodätisches Institut. Albrecht, Geodät. astron. Arbeiten 1. Ordnung.* Berlin 1891. 4°.
- Preussisches geodätisches Institut. Seibt, Das Mittelwasser der Ostsee bei Swinemünde.* Berlin 1890. 4°.
- Preussisches geodätisches Institut. Fischer, Das Berliner Basisnetz.* Berlin 1891, 4°.
- Rajna. Osservazioni durante l'eclisse de luna, 15 nov.* 1891. 8°.
- Rajna. Sul metodo grafico nel calcolo delle eclissi solari.* 1891. 8°.
- Riggenbach, A. Witterungsübersicht des Jahres 1890.* Basel 1891. 8°.
- Riggenbach, A. Collectanea zur Basler Witterungsgeschichte.* Basel 1891. 4°.
- Russell, H.-C. Results of meteorological observations made in New South Wales during 1888.* 4°.
- Schiaparelli. Considerazioni sul moto rotatorio del pianete Venere.* 1890. 8°.
- Van de Sande Bakhuyzen, H.-G. Verslag van den Staat der Sterrenwacht te Leiden, 1873, 75, 80, 83, 88, 89, 90.* 8°.
- San Fernando. Almanaque Nautico para el año 1892.* Madrid 1890. 4°.
- San Fernando. Instituto e Observatorio de marina, Catalogo de la bibliotheca.* San Fernando 1889. 4°.
- Seeliger, H. Neue Annalen der Sternwarte Bogenhausen, Band I und II.* München 1890-91. 4°.
- Seeliger, H. Meteorologische Beobachtungen der k. Sternwarte bei München im Jahre 1889-90.* 4°.
- Schweiz. geodätische Commission. Das schweizerische Dreiecksnetz, Band IV.* Zürich 1890. 4°.
- Sydney, meteorological Observations.* 1890-91. 8°.

- Struve, O. Sammlung der Beobachtungen von Sternbedeckungen während der totalen Mondfinsterniss 1888 Jan. 28. St. Petersburg 1889. 4°.*
- Struve, O. Tabulae quantitatum Besselianarum 1890-94. St. Petersburg 1889. 8°.*
- Torino Osservatorio, Rizzo. Osservazioni meteorol. fatte nell'anno 1888-89. 8°.*
- Torino. Bolletino dell Osservatorio. 1889. 4°.*
- Tables météorologiques internationales. Paris 1890. 4°.*
Don de MM. Gauthier-Villars & fils, à Paris.
- Venezia. Osservatorio del Seminario Patriarcale. Annuario per l'anno 1891. 8°.*
- Washburn Observatory. Publications Vol. VI u. VII. Madison 1890. 4°.*
- Washington. U. S. Naval Observatory: Yarnall. Catalogue of stars. 1889. 4°.*
- Washington. U. S. Naval Observatory: Observations for 1884. Washington 1889. 4°.*
- Washington. U. S. Naval Observatory: Report of the superintendent for the year 1889-90. 8°.*
- Washington. U. S. Naval Observatory: Observations during 1885 and 86. Washington 1891. 4°.*
- Washington. Smithsonian Report for 1888. Washington 1890. 4°.*
- Washington. U. S. Coast and geodetic Survey, Report for 1889. Washington 1890. 4°.*
- Warner Observatory. Rochester N. Y. History and Work 1883-86. Vol. I. 8°.*
- Weineck, L. Magnetische und meteorolog. Beobachtungen an der k. k. Sternwarte in Prag. Prag 1890. 4°.*

- Weiss, Ed. *Katalog der Argelander'schen Zonen*.
1. Supplementband. Wien 1890. 4°.
- Weiss, E. & Schramm, R. *Astron. Arbeiten des k. k. (Esterr. Gradmessungsbureau's*. III. Band. Wien 1891. 4°.
- Wien. *Verhandlungen der österr. Gradmessungscommission*. Wien 1889-91. 8°.
- West Hendon House Observatory. *Publications*, N° 1. Sunderland 1891. 4°.
- Wolfen, A. *Heliographische Oerter von Sonnenflecken und Fackeln*. Zürich 1890. 8°.
- Yale College Observatory. *Report of the year 1889-90*. 8°.
- Zendijas. *Tablas psychometricas*. Mexico 1889. 4°.
-

PROCÈS-VERBAL

DE LA 35^e SÉANCE DE LA

COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE

TENUE

au Bureau topographique fédéral à Berne,
le 15 mai 1892.

35^e séance de la Commission géodésique suisse.

*Présidence de M. le Professeur Wolf, directeur de
l'Observatoire de Zurich.*

La séance est ouverte à midi et quart.

Sont présents : M. le professeur *Hirsch*, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel, secrétaire de la Commission géodésique suisse ; M. le colonel *Lochmann*, chef du Bureau topographique fédéral ; M. *Rebstein*, professeur de mathématiques à l'École cantonale de Zurich ; M. le professeur *Raoul Gautier*, directeur de l'Observatoire de Genève. M. le Dr *Messerschmitt*, ingénieur de la Commission, assiste à la séance comme invité, avec voix consultative.

M. le *Président* souhaite la bienvenue à M. Gautier, qui prend part pour la première fois aux délibérations de la Commission. Il ne doute pas que le fils ne remplacera dignement son regretté père qui, pendant de longues années, a collaboré efficacement à l'œuvre de la Commission.

M. *Gautier* remercie sincèrement la Commission de l'avoir appelé à succéder à son père dans ces importantes fonctions ; il s'efforcera certainement de suivre son exemple et d'honorer ainsi sa mémoire.

M. le *Président* invite M. le Colonel *Lochmann* à présenter son rapport sur la situation financière et les comptes du dernier exercice.

M. *Lochmann* fait d'abord remarquer que les excédants

finances est encore satisfaisant, attendu que les comptes de 1891 bouclent par un solde actif de fr. 34,82. Voici, du reste, le tableau de ces comptes :

géodésique pour l'exercice 1891.

1892	<i>Dépenses.</i>	Fr.	Cent.	Fr.	Cent.
7 janvier	Ingénieurs de la Commission :				
	Traitement de M. Messerschmitt . . .	4000	—		
	Indemnité de logement pour M. Messerschmitt	500	—		
	Supplément pour frais de campagne au même	4900	—		
	Aides, héliotropistes, frais de construction et de transport dans les stations, etc.	3662,30		40062,30	
	Frais de nivellements en 1891 :				
	(Bureau topographique et M. Autran) . .			2668	—
	Frais d'impressions : Publication des livraisons 9 et 10 du Nivellement de précision (Schuchardt, Attinger et Bureau topographique)	3840	—		
	Procès-verbal et divers (Attinger) . . .	444	—	3954	—
	Frais d'instruments et de matériel : Achats, réparations (Kern et Ce, Siedentopf, Schneider, Nardin)			2262,45	
	Frais de la séance de la Commission à Neuchâtel et du délégué suisse à la Conférence internationale de Florence . . .			4127	—
	Menues dépenses des membres de la Commission			25,25	
	Frais de bureau (Bureau topographique) . .			4,90	
	Total			20400,90	
	Solde actif à nouveau			34,82	
				20435,72	

M. Lochmann ajoute qu'en raison de ce faible solde actif disponible, on a été obligé de demander au Département de l'Intérieur, dès le commencement de l'année, un acompte de fr. 5000 sur l'allocation fédérale. De cette somme, on a dépensé jusqu'à ce jour fr. 1621,20, de sorte qu'il reste encore en caisse fr. 3413,62; en y ajoutant fr. 10000, complément de cette allocation, on dispose, en ce moment, pour l'exercice courant, d'une somme de fr. 13413,62.

Autant que M Lochmann peut en juger, il n'y aura donc pas de modifications importantes à apporter au budget provisoire pour 1892, établi l'année dernière. Du reste, on y reviendra à la fin de la séance, si les décisions prises entraînent quelques changements dans certains postes de ce budget.

La Commission approuve les comptes et remercie M. Lochmann pour sa gestion. Elle renvoie à la fin de la séance l'établissement du budget pour l'exercice de 1893.

M. le *Président* fait savoir que les comptes de 1891 ont déjà été reçus par le Comité central de la Société helvétique des sciences naturelles et que, par conséquent, décharge en a été donnée à M. le Caissier.

M. le *Président*, passant au deuxième point à l'ordre du jour, invite M. Rebstein à rendre compte des travaux de l'ingénieur, M. le Dr Messerschmitt, dont le rapport a circulé parmi les membres de la Commission.

M. *Rebstein* constate d'abord, quant aux travaux de campagne de 1891, que l'ingénieur a pu achever les observations en trois stations astronomiques, savoir :

Gurnigel, 45 jours (14 juillet — 17 août).

Napf, 15 » (1^{er} septembre — 14 septembre).

Frienisberg, 14 » (15 septembre — 29 septembre).

I. STATION DU GURNIGEL (1540^m).

Le rattachement géodésique du Gurnigel a été opéré avec le Gurten B et le Niesen (point fixé par le Bureau topographique) par la mesure des angles suivants :

Gurten B — Napf (héliotrope).	56° 9' 4,88	(12 visées)
Gurten — Niesen (signal) . .	132° 7' 30,35 ₅	»
Napf (héliotrope) — Niesen . .	75° 58' 26,18	»

En outre, on a mesuré à la station du Napf les angles suivants :

Niesen — Gurten B . .	46° 54' 18,46	(6 fois).
Niesen — Gurnigel . .	23° 30' 49,17	(12 fois).
Niesen — Röthi . . .	103° 15' 27,36 ₅	(6 fois).
Gurnigel — Röthi. . .	79° 44' 39,58	(12 fois).

L'erreur moyenne d'un angle mesuré 12 fois a été de $\pm 0''7$.

On obtient, pour ces mesures, un contrôle par le calcul de l'angle Gurten-Napf-Röthi; car

$$\begin{array}{rcl} \text{Niesen — Napf — Röthi} & = & 103^\circ 15' 27,36_5 \\ \text{Niesen — Napf — Gurten} & = & 46^\circ 54' 18,46 \\ & & \hline & & 56^\circ 21' 8,90_5 \end{array}$$

Or, on trouve dans le volume II de la Triangulation suisse, p. 34, pour l'angle

$$\text{Röthi — Napf — Gurten} = 303^\circ 38' 51,42;$$

par conséquent la différence n'est que de $0''48$.

Quant au point Stockhorn, qui a été également visé, on ne l'a pas utilisé, puisqu'il appartient aux stations de 3^{me} ordre.

Les *observations astronomiques* faites dans cette station ne sont pas encore complètement réduites. M. Rebstein donne d'abord quelques renseignements sur les instruments employés :

En ce qui concerne l'instrument universel de Repsold, le run est insensible, la division du cercle excellente, aucune erreur ne dépasse 1".

Pour les niveaux, M. Messerschmitt a trouvé :

pour celui de l'axe $v = 1,1936 + 0,0036 (l - 25 p)$
 pour celui des microscopes $v = 1,0618 + 0,0070 (l - 25 p)$

tandis qu'en 1888 on avait trouvé :

pour le niveau de l'axe $v = 1,1817 + 0,0014 (l - 25 p)$
 pour celui des microscopes $v = 1,0970 + 0,0025 (l - 25 p)$

Il n'y a donc qu'une très légère différence.

Le chronomètre Dubois a montré, malgré la réparation qu'il a subie pendant l'hiver 1890 à 1891, des variations encore assez fortes; sa marche qui, à l'Observatoire de Neuchâtel, avait été de $- 1^s.71$, a varié dans les stations entre 0 et $+ 2^s.21$. Toutefois, les déterminations de l'heure, faites dans le vertical de la Polaire, au moyen de 4 étoiles au moins, ont montré une incertitude comprise entre $0^s.02$ et $0^s.03$.

Autant qu'on peut en juger par les observations réduites jusqu'ici, le rapport de l'ingénieur indique les résultats suivants pour la station du Gurnigel :

Latitude astronomique $\varphi = 46^{\circ} 45' 21,4''$
 » géodésique $B = 46^{\circ} 45' 5,2''$ (provisoirement).
 Déviation de la verticale $\varphi - B = + 16,2''$

Azimut de la direction Gurten B (pyramide)

» astronomique $\alpha = 356^{\circ} 1' 58,1''$ (par N sur E)
 » géodésique $A = 356^{\circ} 1' 52,2''$
 Déviation . . . $\alpha - A = + 5,9''$

Si l'on calcule, avec ces données, la déviation du zénith, on trouve :

$$\varphi = 17''$$

$$\alpha = 19^{\circ} \text{ (N. N. E.)},$$

ce qui indique une forte attraction des Alpes, exercée normalement à leur direction, ainsi qu'on pouvait s'y attendre.

Les mesures de pendule qui ont été exécutées au Gurnigel les 18, 19, 20, 24 et 25 août ne sont pas encore calculées.

II. STATION DU NAPF (1400^m)

La latitude a été déterminée astronomiquement, soit par des distances zénithales, soit par des observations au premier vertical. Le résultat de toutes ces mesures a donné :

$\varphi = 47^{\circ} 0' 21,3''$, tandis que géodésiquement on a trouvé : $B = 47^{\circ} 0' 17,8''$
 par conséquent $\varphi - B = + 3,5''$

Pour l'azimut de la direction Napf-Röthi (héliotrope), la valeur astronomique a été trouvée : $\alpha = 312^{\circ} 16' 36,71''$

» géodésique » » $A = 37,31''$
 différence $\alpha - A = 0,60''$

Avec ces données, on obtient pour la déviation du zénith :

$$\begin{aligned}\rho &= 3,5 \\ \alpha &= 351^\circ \text{ (N N. W.).}\end{aligned}$$

ce qui indique l'attraction des Alpes conformément à la configuration du terrain.

III. STATION DE FRIENISBERG (725^m).

Ici encore les deux méthodes ont été employées pour la détermination de la latitude.

Les distances zénithales ont donné :

	$\varphi = 47^\circ 1' 43,40''$; les observations
au premier vertical	$\varphi = 42,83$
moyenne	$\varphi = 47^\circ 1' 43,11''$
Valeur géodésique	$B = 47^\circ 1' 44,55''$
Différence astr.-géod.	$= - 1,4''$

L'azimut de la direction Signal Röthi (héliotr.) :

Valeur astronomique	$\alpha = 29^\circ 13' 59,02''$
» géodésique	$A = 57,35$
Différence	$\alpha - A = + 1,7''$

Il en résulte, pour la déviation du zénith

$$\begin{aligned}\rho &= 2,4 \\ \alpha &= 132^\circ \text{ (S. E.),}\end{aligned}$$

ce qui indique une faible attraction du Jura, perpendiculairement à sa direction.

Les observations de pendule, exécutées du 23 au 26 septembre, ne sont pas encore calculées.

OBSERVATIONS DE MAGNÉTISME TERRESTRE

En réservant pour les publications ultérieures les détails que M. Messerschmitt donne dans son rapport sur l'instrument employé, un magnétomètre de montagne, de Meyer, et sur les méthodes, le degré de précision, etc., nous nous bornons à reproduire ici, dans le tableau suivant, les résultats que l'ingénieur a obtenus dans la campagne de 1891 pour un certain nombre de stations, soit pour l'inclinaison, soit pour l'intensité relative, ces dernières étant rapportées à la station de Glion.

STATIONS	ALTITUDE m	INCLINAISON i	$\frac{M'-M}{M}$	REMARQUES
Glion (Hôtel du Midi) .	740	64,9	+ 0,43%	Dans la chambre.
Bains de Schwefelberg.	1400	62,4	+ 3,27	"
Au Laas (au-dessous du Gurnigel)	940	61,7	+ 2,51	En plein air.
Bains du Gurnigel . .	1170	62,4	+ 4,35	Dans la chambre.
Seftigswand	1100	62,6	+ 2,73	En plein air.
Gurnigel du haut . .	1540	62,2	+ 2,44	"
Napf (au Nord de l'hôtel)	1400	62,3	+ 2,31	"
Napf (à 1 km. à l'Est) .	1320	62,4	+ 2,52	"
Napf (à 70 ^m au-dessous de la Hängstfluh) . .	1300	62,7	+ 2,40	"
Mettenberg (au pied du Napf)	1050	62,8	+ 2,03	"
Frienisberg (à 200 ^m au Sud du Signal) . . .	720	62,8	+ 3,14	"
Frienisberg près du Ha- lenhölzli (à 1800 ^m au Nord du Signal) . .	570	62,7	+ 3,22	"
Zurich	420	61,6	+ 4,50	Dans la chambre

TRAVAUX DE CALCUL

Réduction des observations faites dans les années précédentes.

I. CHAUMONT (1000^m).

Latitude astr. par les distances zé-

nithales $\varphi = 47^{\circ} 1' 9''.51 \pm 0''.16$

Latitude astr. par les passages

au premier vertical. $9,49 \pm 0,15$

$\varphi = 47^{\circ} 1' 9''.50 \pm 0''.11$

Latitude géodésique $B = 27,46$

$B - B = 17''.26$

L'azimut de la direction Neuchâtel-Observatoire (Méridien) :

M. Scheiblaue a trouvé en 1887. $180^{\circ} 0' 7''.43 \pm 0''.29$

M. Messerschmitt $6,39 \pm 0,20$

Moyenne. $180^{\circ} 0' 6''.91 \pm 0''.18$

Pour la direction inverse, Neuchâtel-Chaumont, M. le Dr Hilfiker a trouvé l'azimut $= 0^{\circ} 0' 6''.46 \pm 0''.16$

II. CHASSERAL (1560^m).

Latitude astr. par les distances zénithales $\varphi =$	47° 7' 43,03"
» » par les passages au premier vertical	42,07 ¹
Moyenne	47° 7' 42,55"
Réduction au centre du Signal	+ 10,34
$\varphi =$	47° 7' 52,89"
La latitude géodésique. B =	63,65
$\varphi - B =$	- 10,8

L'azimut de la direction vers la pyramide sur le Spitzberg, qui a servi de mire : $A = 83^{\circ}12'2''19$.

En mesurant sur le pilier astronomique les angles Spitzberg-Gurten et Spitzberg-Berra, on a trouvé, à partir du centre de la station Chasseral :

<i>Azimut direction Berra.</i>	<i>Azimut direction Gurten B.</i>
Valeur astronomique = 169° 21' 59,16"	Valeur astronomique = 129° 13' 50,45"
Valeur géodésique = 52,05"	Valeur géodésique = 41,97"
Différ. astr.-géod. = + 7,11"	Différ. astr.-géod. = + 8,48"

Différence moyenne. + 7,8.

Avec ces résultats, on calcule, pour la déviation du zénith, $\varphi = 12''9$; $\alpha = 174^{\circ}$ (S.-E.), c'est-à-dire dans le sens d'une attraction des autres chaînes du Jura.

¹ En laissant de côté, dans cette valeur, le résultat donné par l'étoile Glasgow 3688, qui a fourni ici, comme à Tête-de-Ran et au Napf, une valeur trop faible de 2".

III. BERRA (1675^m).

<i>Latitude</i> astr. par les distances zéni- thales.	$\varphi = 46^{\circ}40'47''.46$
<i>Latitude</i> par les passages au premier vertical	47,31
Moyenne.	46 40 47,38
Réduction au centre du signal.	— 1,74
	$\varphi = 46\ 40\ 45,64$
La latitude géodésique	B = 38,21
	$\varphi - B = + 7'',4$

Au moyen de mesures d'azimut d'une mire au Käseberg, on a trouvé, pour la déviation en azimut — 10'',9.

Avec ces données, on obtient pour la déviation du zénith $\varphi = 12'',7$; $\alpha = 306^{\circ}$ (N. W.), trahissant une assez forte attraction des Alpes.

IV. MIDDES (730^m).

<i>Latitude</i> ast. par les distances zéni- thales	$\varphi = 46^{\circ}46'14''.63$
<i>Latitude</i> par les passages au premier vertical	14,23
Moyenne.	46 46 14,43
Réduction au centre	+ 0,11
	$\varphi = 46\ 46\ 14,54$
La latitude géodésique	B = 13,02
	$\varphi - B = + 1'',05$

L'azimut de la direction de la pyramide

du Chasseral	$A = 120^{\circ}18'11''.71$
Centrage	— 0,49
Azimut astronomique	120 18 11,22
» géodésique	12,43
Différence astr.-géod.	— 1'',2
On en déduit, pour la déviation du zénith,	

$$\varphi = 1''.9; \alpha = 323^{\circ} \text{ (N. W.)},$$

c'est-à-dire une faible attraction des Alpes.

M. le rapporteur ajoute que les calculs ont été faits la plupart à double et d'une manière indépendante, en employant comme aide M. Max Schnauder, qui a calculé également les positions moyennes des étoiles utilisées pour les observations au premier vertical.

M. Messerschmitt résume dans le tableau suivant les résultats des déviations obtenues cette année. Les chiffres de ce tableau se rapportent à Berne comme point de départ; les azimuts sont compris du Nord par l'Est.

STATIONS	LATITUDE astr. - géod. "	AZIMUT astr. - géod. "	LONGITUDE astr. - géod. "	DÉVIATION DU ZÉNITH		ALTITUDE m
				ζ	α	
Chasseral. . .	— 40,3	+ 7,8	+ 40,9	12,9	147	1560
Frienisberg . .	— 4,4	+ 4,7	+ 2,3	2,4	132	725
Napf . . .	+ 3,5	— 0,6	— 0,8	3,5	351	1400
Middes . . .	+ 4,5	— 4,2	— 4,6	4,9	323	730
Gurnigel. . .	+ 16,2	+ 5,9	+ 8,4	17,0	49	1540
Berra . . .	+ 7,4	— 10,9	— 14,9	12,7	306	1675
Berne . . .	0,0	0,0	0,0	0,0	0	570

Comme programme des travaux de l'exercice courant, M. le rapporteur propose :

1^o Mesures astronomiques aux stations de Wiesenberg, Lägern et Hörnli, et si possible Naye ;

2^o Mesure de la pesanteur dans ces stations au moyen du pendule Sterneek, avec lequel on ferait également des mesures relatives dans les Observatoires et sur la ligne du Gothard. Il est désirable que l'ingénieur se rende à Vienne pour s'y exercer aux observations avec ce pendule et déterminer les constantes de cet instrument ;

3^o En seconde ligne et pour autant qu'il lui en restera le loisir, l'ingénieur fera dans ces stations aussi des observations magnétiques, que M. Rebstein estime comme très importantes, surtout si on peut y joindre des mesures de déclinaison ;

4^o Préparation de la publication du VI^e volume, qui doit contenir les observations astronomiques de Chasseral, Chaumont, Tête-de-Ran, Neuchâtel, Portalban, Lüscherz, Middel et Berra. Quant au texte qui doit rendre compte en détail de la marche des calculs, M. Rebstein désire qu'on le fasse circuler avant l'impression parmi les membres de la Commission.

M. le Président ayant ouvert la discussion sur le rapport de l'ingénieur, dont M. Rebstein vient de rendre compte, *M. Hirsch* désire présenter quelques observations.

Avant tout, il lui semble que, dans l'intérêt de la cause, et pour terminer d'abord l'étude des déviations de la verticale dans la région du méridien de Neuchâtel, il faudrait en premier lieu entreprendre, dans le courant de la campagne actuelle, la station de Naye. Malheureusement, d'après l'explication donnée par M. Messerschmitt, cette station n'a pas pu être exécutée en 1891, en raison de la construction du chemin de fer et du percement d'un tun-

nel dans le voisinage du sommet, dont les mines auraient troublé les observations. Or, il résulte de renseignements reçus par M. Hirsch d'un ingénieur au courant des travaux de cette ligne, que le tunnel en question, s'il n'est déjà terminé, le sera dans peu de jours, que la ligne elle-même sera ouverte au mois de juillet et que la locomotive y circulera à partir de fin mai pour les trains de service. Il n'existe donc, de ce côté, aucun empêchement pour commencer des travaux à la station de Naye au mois de juin ou, en tout cas, en juillet. L'expérience faite par les ingénieurs qui ont précédé M. Messerschmitt et par ce dernier lui-même prouve du reste que, sauf des cas exceptionnels de mauvais temps continu, les stations astronomiques n'exigent en moyenne que deux à trois semaines, de sorte que les trois stations proposées par le rapporteur pourront certainement être faites à côté de celle de Naye.

On peut être assuré de pouvoir faire, dans ces quatre stations, non seulement les observations astronomiques, mais encore les mesures de pesanteur et de magnétisme terrestre, si la Commission voulait donner suite à la proposition de M. Hirsch d'adjoindre à l'ingénieur M. le Dr J. Hilfiker qui, pour des raisons de santé, a donné sa démission d'aide-astronome à l'Observatoire de Neuchâtel et qui, par ses études et sa longue expérience, est très compétent pour des travaux de cette nature.

En conséquence, M. Hirsch propose que M. Messerschmitt soit invité à se rendre immédiatement après la séance à Naye pour y reconnaître l'état des lieux, soit au point de vue de la disparition de la neige, soit à celui de l'avancement des travaux du chemin de fer.

M. Löchmann appuie la proposition de M. Hirsch en confirmant ce qu'a dit ce dernier au sujet du chemin de

fer; il offre de recommander M. Messerschmitt à l'ingénieur de la ligne, M. Laubi, qui consentira volontiers à faciliter les choses à M. Messerschmitt, comme, par exemple, pour le transport des instruments et appareils.

M. Gautier fait remarquer qu'il serait utile de commencer les observations à la Naye avant l'ouverture de la ligne au public, dont l'affluence pourrait gêner les travaux scientifiques.

M. Wolf désire également qu'on termine en premier lieu les recherches dans le méridien de Neuchâtel et estime aussi qu'il est possible d'achever quatre stations dans le courant de la campagne. Ce ne sera qu'après la reconnaissance faite par M. Messerschmitt qu'il sera possible de juger si l'on peut commencer immédiatement par la Naye ou attendre, pour cette station, jusqu'au mois de juillet. Il remercie M. Lochmann de son offre de recommandation qui, sans aucun doute, sera utile pour les installations dans ce point un peu difficile. Il accepte volontiers la proposition d'utiliser les services de M. Hilfiker pour les observations de campagne aussi bien que pour les travaux de calcul.

La Commission prend une décision dans ce sens; elle charge M. Messerschmitt de se rendre en reconnaissance à la Naye¹; elle décide que quatre stations astronomiques seront exécutées dans cette campagne et qu'en tout cas celle de Naye y sera comprise.

¹ M. Messerschmitt s'étant rendu à la Dent-de-Naye rapporte qu'il y a encore beaucoup de neige sur le sommet et même plusieurs mètres en quelques endroits, que les travaux du tunnel ne seront pas terminés avant le mois d'août et que M. l'ingénieur Laubi a eu l'amabilité de lui promettre son aide à partir de fin juillet, époque à laquelle les trains de service monteront jusqu'en haut.

M. Hirsch, revenant au rapport de l'ingénieur, constate que, malgré les aides qu'il s'est adjoints, *M. Messerschmitt* n'a pas pu terminer complètement les calculs des observations astronomiques, ni entreprendre la réduction des mesures de pendule.

M. Messerschmitt donne des explications dont il résulte que, pour la réduction des observations astronomiques d'une station, savoir des déterminations de l'heure, des observations de distances zénithales et des passages au premier vertical ainsi que des mesures d'azimut, il a besoin de deux cents heures de travail et, comme il a réduit l'hiver dernier, du commencement d'octobre à celui d'avril, les observations de six stations, anciennes ou nouvelles, on voit que leur ensemble comporte 1200 heures réparties sur 150 jours de travail.

M. Hirsch, qui n'a jamais douté de l'assiduité de l'ingénieur, voit dans les explications qu'il vient de donner, une nouvelle preuve de l'utilité qu'il y aurait à employer à ces travaux un calculateur aussi expert que *M. le Dr Hilfiker*.

Quant au chronomètre Dubois à enregistrement électrique, auquel *M. Messerschmitt* reproche de nouveau de trop fortes variations, *M. Hirsch* fait observer qu'on ne peut pas exiger d'un tel instrument qu'il conserve dans les hautes stations la même marche que celle qu'il montre à l'Observatoire de Neuchâtel, puisqu'il varie de 1 seconde environ pour une différence d'altitude de 500 mètres. Du reste ce chronomètre qui, il est vrai, depuis sa réparation, a augmenté sensiblement sa marche d'avance, a montré pendant les derniers six mois, à l'Observatoire de Neuchâtel, la variation diurne moyenne assez faible de $\pm 0^s.15$;

en outre, il conserve le grand avantage de ne pas être influencé par le fonctionnement du mouvement électrique, de sorte qu'il suffit largement pour les observations de latitude, d'azimut et de pendule auxquelles il doit servir, et les seules déterminations qui exigeraient un instrument plus parfait, savoir celles des différences de longitude, ne font plus partie du programme de la Commission.

Enfin, M. Hirsch se déclare parfaitement d'accord avec le rapporteur sur la convenance d'observer le pendule dans toutes les stations, et sans vouloir s'opposer au voyage de M. Messerschmitt à Vienne, il n'y voit de l'utilité que pour initier l'ingénieur, auprès de M. de Sterneck lui-même, dans le maniement de son pendule. Quant à la détermination des constantes de cet appareil et à sa comparaison avec le pendule à réversion de Repsold, non seulement M. Hirsch croit indispensable d'employer les deux appareils dans une ou deux stations principales, mais il rappelle que l'Association géodésique a demandé l'organisation, au Bureau international des Poids et Mesures à Breteuil, d'une station normale de pendule où l'on pourrait déterminer, avec la plus grande précision, les constantes des différents appareils (distance des couteaux, étalonnage des échelles, dilatation, etc.). Il ne doute pas que le Comité ne donne suite très prochainement à ce projet.

M. le Président ayant soumis au vote la question du voyage de l'ingénieur à Vienne, que pour sa part il recommande comme utile à plusieurs points de vue, la Commission y donne son approbation. Elle se déclare également d'accord avec le *desideratum* de faire circuler avant l'impression, auprès des membres, l'introduction et une des stations qui doivent faire partie du VI^e volume.

MM. Lochmann et Hirsch annoncent qu'ils ont réussi à s'assurer, pour le travail du calcul de l'attraction des masses visibles sur le fil à plomb dans les régions où la Commission fait déterminer la déviation de la verticale, la collaboration précieuse de M. Léon Du Pasquier, qui s'est livré aux études préparatoires aussitôt que les travaux géologiques importants auxquels il était occupé lui en ont laissé le loisir. M. Du Pasquier a déjà déterminé entre autres les altitudes moyennes des quadrilatères, dans un rayon de 15 kilomètres autour de l'Observatoire de Neuchâtel et de 2 kilomètres autour de Chaumont et de Tête-de-Ran. Pour hâter ce travail, il ne lui manque que la nouvelle carte à courbes de niveau, au $\frac{1}{200000}$, que M. Lochmann sera en mesure de lui procurer prochainement. La carte au $\frac{1}{25000}$ ne peut plus servir au delà de 15 kilomètres de rayon, et les cartes françaises au $\frac{1}{200000}$ ne sont pas avantageuses pour un pareil travail.

Sur la proposition de M. le Président, on vote des remerciements à M. Du Pasquier pour le dévouement désintéressé avec lequel il a bien voulu se charger de ce travail important.

M. *Hirsch* demande à communiquer à la Commission quelques points importants qui ont été traités et décidés dans la Conférence de la Commission permanente de l'Association géodésique internationale, réunie à Florence, du 8 au 17 octobre 1891, dont les Comptes Rendus viennent de paraître.

En premier lieu, il relève l'intéressant rapport que M. Helmert a fait sur les résultats acquis jusqu'à présent par l'expédition des latitudes à Honolulu; il pouvait déjà alors constater un parallélisme parfait entre les mouvements de latitude observés en Europe et aux îles Hawaï, jusqu'au

mois d'août, comme on peut le voir par les quelques chiffres provisoires suivants :

	<i>Honolulu</i>	<i>Berlin</i>	<i>Strassburg</i>
Juin 8	0"	0"	0"
Juillet 15	— 0,16	+ 0,17	+ 0,15
Août 17	— 0,38	+ 0,27	+ 0,35

D'après des nouvelles récentes que M. Hirsch a reçues, ce parallélisme s'est maintenu d'une manière très frappante jusqu'à présent, de sorte que M. le Dr Marcuse a terminé sa mission avec un plein succès et qu'il quittera Honolulu au commencement de juin. Il est surtout remarquable que, dans le cours de l'année dernière, les variations de la latitude présentent de nouveau le caractère d'une périodicité simple.

La Conférence générale de l'Association, qui aura lieu cette année à Bruxelles, vers la fin de septembre, s'occupera de l'organisation ultérieure des observations destinées à suivre cet intéressant phénomène dans un certain nombre d'observatoires convenablement choisis sur la surface du globe.

Ensuite, M. Hirsch attire l'attention sur l'importante étude que M. le Dr Benoit, Directeur du Bureau international des Poids et Mesures, a entreprise sur les équations des principales toises qui ont joué un grand rôle dans l'histoire de la géodésie, et qui a été lue à Florence. Il en résulte, pour ces étalons, des corrections qui établissent un accord presque parfait entre les principales mesures d'arc exécutées en Europe, de sorte qu'on a la grande satisfaction de voir ainsi réalisé un des buts scientifiques essentiels qui ont dicté à M. Hirsch, en 1869, la

proposition de créer le Bureau international des Poids et Mesures.

Comme ce Mémoire est publié in extenso dans les Comptes Rendus de l'Association aussi bien que dans les Travaux et Mémoires du Bureau international, M. Hirsch se borne à signaler les chiffres concernant la Toise de Bessel. Pour cet étalon célèbre, M. Benoît trouve la valeur $1^m949061$

tandis que la valeur adoptée jusqu'ici

était $1^m9490348$

ce qui donne la correction . . . $+ 26^{\mu}2 = \frac{1}{74000}$

Cette correction s'accorde d'une manière remarquable avec la valeur $\frac{1}{(55900)}$ que M. le général Derrécagaix a trouvée récemment par l'étude de la jonction des bases françaises révisées avec celles des pays voisins.

Enfin, M. Helmert, dans un rapport sur la différence de niveau des mers, ayant émis l'opinion, d'accord avec les délégués français, que, d'après les données qu'il a eues à sa disposition, cette différence paraîtrait être comprise dans les limites d'incertitude des nivellements et des relèvements maréographiques, la Commission permanente a décidé que cette étude serait complétée et que l'ancien problème d'un niveau fondamental unique pour les altitudes de l'Europe serait finalement résolu cette année dans la Conférence générale de Bruxelles.

Ce dernier point ayant trait à la question des nivellements, M. le *Président* invite MM. Lochmann et Hirsch à rendre compte des nivellements exécutés en Suisse pendant la dernière campagne.

NIVELLEMENT DE PRÉCISION

M. *Lochmann* résume les travaux de l'année dernière, pour lesquels il a fini par engager, comme ingénieur, M. O. Straub. Ces travaux ont consisté essentiellement dans un nivellement simple de contrôle entre Frauenfeld et Wyl (17^{km}), nécessité par les grosses erreurs commises par M. Durheim dans la première opération en 1890 entre Weinfelden et Werdenberg. Afin de pouvoir déduire les altitudes définitives pour cette section, il faudra encore rattacher à nouveau le repère NF 326 à Wyl aussi à celui de Weinfelden (NF 265).

L'autre opération de 1891 était destinée à rattacher, par double nivellement, notre réseau, à partir de Delémont (NF 44) par Porrentruy, au réseau français à Delle; cette jonction a exigé 59 jours dont on a pu utiliser 44 pour le travail, de sorte que l'ingénieur a fait en moyenne 1^{km},9 par jour, soit 28,5 stations de l'instrument. La réduction des observations, exécutée par M. Straub cet hiver, a donné une assez grande différence, de 96^{mm}, entre les deux opérations aller et retour, que M. Straub parvient à réduire à 36^{mm},8, en tenant compte d'une variation de la mire qu'il conclut du fait qu'au commencement de la campagne il a trouvé, le 5 août 1891, pour la longueur de la mire III sur les repères fondamentaux de

Neuchâtel 1^m = 0^m,999498 ± 0^{mm},021

tandis que sa comparaison à

l'étalon en fer de Berne a

donné le 10 novembre . . . 1^m = 0,999824 ± 0,003

ce qui semblerait constituer un allongement de la mire de 0^{mm},326 par mètre.

La variabilité de cette mire, d'une construction récente, semble en effet plus grande que celle des deux premières mires construites par M. Kern. Cependant, la nouvelle comparaison, exécutée ce printemps, le 13 avril 1892, sur les repères de Neuchâtel, a de nouveau donné une valeur presque identique avec celle de Berne, savoir

$$1^m \text{ de la mire} = 0^m 999817 \pm 0,003$$

Si cette constance se maintient pour les déterminations ultérieures, il sera peut-être préférable de réduire les observations avec une valeur moyenne de toutes les déterminations, savoir

$$1^m \text{ de la mire} = 0^m 999718 \pm 0^{\text{mm}} 064$$

(voir P. V. de 1891, page 26) puisqu'on n'est pas sûr de la marche qu'ont suivie les variations de la mire. Mais, même avec l'hypothèse de la marche de variation, telle que l'ingénieur la suppose, la différence des opérations aller et retour reste encore assez grande, puisqu'elle donne pour erreur kilométrique $\pm 2^{\text{mm}} 86$, ce qui est trop pour un nivellement fondamental de jonction; il est vrai qu'on y avait à passer par la forte différence de niveau $485^m 5$.

Quoi qu'il en soit, M. Hirsch aimerait que le résultat qui est provisoirement

$$\text{Delle (NF 338) — Delémont (NF 44) = — } 57^m 052$$

fût contrôlé par un troisième cheminement à exécuter cet été ou au printemps prochain. C'est d'autant plus indiqué qu'il est nécessaire de pousser, du côté de Delle, notre nivellement au delà de notre dernier repère NF 338, à Boncourt, jusqu'au premier repère français de la frontière.

Quant au contrôle de la jonction à Morteau, que M. Straub est actuellement occupé à terminer, et qui était nécessité par la différence trop forte entre les résultats des Français et nos anciennes valeurs, M. Hirsch vient de recevoir hier seulement une lettre de M. Straub, d'après laquelle la réduction provisoire pour laquelle il a employé la correction de la mire, trouvée ce printemps à Neuchâtel, savoir $0^{\text{mm}},183$ par mètre, lui donne

NF 8 (Locle) — NF 9 (Morteau) . . . = + $149,915^{\text{m}}$
 tandis que notre ancienne valeur était . . . = + $149,941$
 (voir Nivellement de précision, Liv. 10, p. 20)
 et que les Français ont trouvé. + $149,897$

D'après cela il paraîtrait que le repère NF 8 au Locle se serait abaissé de 4^{m} environ, depuis qu'on l'a scellé en 1863 à l'Hôtel des Postes. Si l'on réduit les nivellements de ce printemps avec la correction moyenne de la mire III, on trouve même un accord presque parfait (à 3^{mm} près) avec le résultat français, savoir $149^{\text{m}},900$.

Toutefois, comme il ne convient pas de baser ce rattachement important des deux réseaux français et suisse sur un repère qui a subi un tassement aussi considérable, qu'on ne peut s'expliquer que par le terrain tourbeux du Locle, M. Hirsch a demandé à l'ingénieur de pousser le raccordement en arrière jusqu'au prochain repère en bronze NF 7 à la Chaux-de-Fonds, (distance $5^{\text{km}},6$)¹.

¹ La réduction provisoire donne, d'après une lettre de M. Straub du 4 juin :

NF₇ (Chaux-de-Fonds) — NF₈ (Locle). . . = + $66,442^{\text{m}}$
 tandis que l'ancienne valeur était. . . . = + $66,428$
 et NF₇ (Chaux-de-Fonds) — NF₉ (Morteau) = + $216,357$
 tandis que l'ancienne valeur était. . . . = + $216,369$

dans des écarts de + 14^{mm} et de 8^{mm} qui peuvent encore s'atténuer par la réduction définitive.

Il faudra attendre la réduction définitive, pour juger si cette jonction peut être considérée comme parfaitement satisfaisante. En tout cas, il serait désirable de pouvoir comparer directement les mires française et suisse qui ont servi à ces opérations.

L'importance de nos jonctions avec la France est d'autant plus grande, qu'il est probable — quoique nullement encore certain — que la Suisse sera obligée de prendre finalement, pour le niveau de la mer auquel elle rapportera son réseau, le niveau moyen de la côte française de l'Atlantique. Lorsque la décision à cet égard sera intervenue cet automne dans la Conférence de Bruxelles, et que le nivellement général de la France sera terminé et compensé en 1893, comme on nous le fait espérer, nous pourrons publier en 1894 nos *Hauteurs absolues* de la Suisse, tandis que dans le second volume de notre « Nivellement de précision » que nous avons publié à la fin de 1891 en même temps que la 9^{me} livraison, nous avons été obligés de rapporter le catalogue de nos altitudes à notre repère fondamental suisse, la Pierre du Niton.

Passant au programme du nivellement pour la campagne actuelle, M. Lochmann communique une lettre de M. Messerschmitt dans laquelle, d'accord avec M. le Directeur du Bureau central météorologique, il attire l'attention sur l'importance de rattacher les principales stations météorologiques de la Suisse au réseau hypsométrique. M. Lochmann croit cependant que, comme le Département de l'Intérieur insiste beaucoup sur le nivellement de la ligne de la Broye dans le courant de cette année, il ne serait plus possible de donner suite à la demande de ces Messieurs avant l'année prochaine.

M. Gautier, qui reconnaît l'importance du rattachement

des stations météorologiques, demande s'il ne serait pas possible d'en rattacher du moins quelques-unes encore cette année, en renvoyant les autres à plus tard.

M. *Hirsch* appuie cette initiative, à condition toutefois qu'on fasse d'abord tout le nécessaire pour la jonction avec la France, à Delle aussi bien qu'à Morteau.

Après discussion, la Commission décide, sur ce point, d'après la proposition du Président, que les stations météorologiques ne seront rattachées au réseau hypsométrique cette année que pour autant que le permettront les autres travaux, surtout ceux qui sont encore nécessaires aux jonctions avec le réseau français.

Avant de revenir aux questions budgétaires qui restent encore à fixer, M. *Hirsch* désire exprimer le vœu d'être déchargé des fonctions de secrétaire de la Commission, qu'il a remplies dès sa fondation, d'autant plus que le nouveau membre que la Commission a le plaisir de compter dans son sein, M. Gautier, est parfaitement qualifié pour le remplacer avantageusement.

M. *Gautier* ayant accepté de se charger à l'avenir du secrétariat, et M. le *Président* ayant insisté pour que M. *Hirsch* conserve encore pour cette année la rédaction du Procès-verbal, ce dernier consent à cet arrangement.

M. *Lochmann* croit que le budget provisoirement établi l'année dernière pour l'exercice actuel n'aura à subir qu'une seule modification, savoir qu'il faut y comprendre, outre la contribution de 300 francs à l'Association géodésique pour l'année courante, la somme de 270 francs que la Suisse lui doit encore pour l'exercice précédent. Afin de rétablir l'équilibre, il propose de diminuer de 270 francs

le poste de 2500 fr., prévu dans le budget pour les frais de nivellement, de sorte que le budget rectifié pour 1892 se présente sous la forme suivante :

BUDGET RECTIFIÉ POUR 1892.

Recettes.

Solde actif de 1891	Fr.	34,82
Allocation fédérale pour 1892	»	15000 —
	Fr.	<u>15034,82</u>

Dépenses.

Traitement de l'ingénieur	Fr.	4000 —
Indemnité de logement au même	»	500 —
Frais de voyage et de bureau de l'ingénieur	»	1500 —
Frais des stations astronomiques	»	2000 —
Frais de nivellements	»	2230 —
Acquisition d'instruments	»	2000 —
Frais d'impression	»	1000 —
Séances de la Commission géodésique suisse et de la Commission permanente inter- nationale	»	1000 —
Contribution annuelle à l'Association géo- désique, pour 1891 et 1892	»	570 —
Imprévu et divers	»	200 —
	Fr.	<u>15000 —</u>

Quant au budget pour l'année 1893, M. le *Président* et M. *Lochmann* soumettent un projet qui diffère du budget précédent essentiellement sur le poste : *Acquisition d'instruments*, qui pourra cette fois être diminué de 1500 fr.,

somme dont on augmentera celui de *Frais d'impression*.

La Commission ayant consenti, le projet suivant de budget pour 1893 est accepté :

BUDGET PROVISOIRE POUR 1893.

Recettes.

Allocation fédérale pour 1893 Fr. 15000

Dépenses.

Traitement de l'ingénieur . . .	Fr. 4000	
Indemnité de logement au même. »	500	
Frais de voyage et de bureau de l'ingénieur »	1500	
Frais des stations astronomiques. »	2000	
Frais de nivellements »	2500	
Acquisition d'instruments . . . »	500	
Frais d'impression »	2500	
Séances de la Commission suisse et de la Commission permanente internationale »	1000	
Contribution annuelle à l'Associa- tion géodésique internationale . »	300	
Imprévu et divers »	200	Fr. 15000

La séance est levée à 3 heures et demie.

Le Secrétaire,

Dr Ad. HIRSCH.

Le Président,

Dr R. WOLF.





AMNH LIBRARY



100135668

